

11-1543
000-002
120-01

발간등록번호

11-1543000-002120-01

비육말기
한우
과비육
예방을
위한
간편
B-mode
초음파
출하진단기
및
진단
프로그램
개발

최종
보고서

2018

농림축산식품부

첨단생산기술개발 R&D Report

비육말기 한우 과비육 예방을 위한 간편 B-mode 초음파 출하진단기 및 진단프로그램 개발 최종보고서

2018.02.14.

주관연구기관 / (주)한국육류연구소

협동연구기관 / (주)송강지엘씨

평창영월정선축산농협

농림축산식품부

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “비육말기 한우 과비육 예방을 위한 간편 B-mode 초음파 출하진단기 및 진단프로그램 개발”(개발기간 : 2016.09.05 ~ 2017.12.31)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2018. 02. 14.

주관연구기관 : (주)한국육류연구소	(대표자) 고경철 (인)
협동연구기관 : (주)송강지엘씨	(대표자) 김영철 (인)
평창영월정선축산농협	(대표자) 김영교 (인)

주관연구책임자 : (주)한국육류연구소	고경철
협동연구책임자 : (주)송강지엘씨	김영철
평창영월정선축산농협	김영교
참여기업 : (주)한국육류연구소	고경철
(주)송강지엘씨	김영철

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

보고서 요약서

과제고유번호	116054-02	해당단계 연구기간	2016.09.05.~ 2017.12.31.	단계구분	2/2
연구사업명	단위사업	농식품기술개발사업			
	사업명	첨단생산기술개발사업			
연구과제명	대과제명	(해당 없음)			
	세부과제명	비육말기 한우 과비육 예방을 위한 간편 B-mode 초음파 출하진단기 및 진단프로그램 개발			
연구책임자		해당단계 참여 연구원 수	총: 16명 내부: 16명 외부: 0명	해당단계 연구개발비 (단위:천원)	정부: 260,000 민간: 88,000 계: 348,000
		총 연구기간 참여 연구원 수	총: 16명 내부: 16명 외부: 0명	총 연구개발비	정부: 347,000 민간: 118,000 계: 465,000
연구기관명 및 소속부서명	(주)한국육류연구소(고경철 대표) (주)송강지엘씨 부설연구소(김영철 대표) 평창영월정선축산농협(김영교 대표)			참여기업명: (주)송강지엘씨 (주)한국육류연구소	
위탁연구	연구기관명: 해당없음			연구책임자: 해당없음	
<ul style="list-style-type: none"> ○ 한우거세우의 출하시기를 진단해줌으로써 출하적정시기 진단 및 과비육(C등급) 예방 <ul style="list-style-type: none"> - 한우농가는 육량C등급판정으로 초래되는 경락가격 하락을 미연에 방지 가능 - 국가적으로는 농후사료의 낭비를 절감시킴으로써 한우 고기 생산성을 높임으로써 가격경쟁력 제고 및 사료수입 외화 절감 가능 ○ 한우 사양관리 기술의 과학화와 선진화하여 고급육생산성을 높임 ○ ‘초음파 한우 출하진단시스템‘를 이용하여 효율적인 개체 관리가 가능하므로 농가소득 증대효과 ○ 무선 Wi-Fi 방식의 초음파진단기(B-모드)개발로써 기존 유선연결 초음파진단기의 사용 불편사항 해소 ○ ICT융합기술을 이용하여 스마트 팜 축산기자재 기술 축적과 장비보급 ○ 축산 선진국에 기자재 수출을 위한 원천기술 확보 				보고서 면수: 109페이지	

〈 국 문 요 약 문 〉

	코드번호	B-02			
연구개발목표	<p>한우를 보다 경제적으로 비육 출하하기 위해서는 사육하고 있는 개체의 비육특성을 잘 분석하여야 함. 한우 거세우 비육후기(28개월령까지)에 초음파진단을 두 차례 이상 실시하여 그 개체의 근내지방도, 등심단면적, 등지방두께 등을 측정된 다음에 비육말기에 세 번째 초음파진단을 통해 등지방두께의 증가속도를 측정하여 육량C등급을 받지 않도록 과비육 예방진단을 해주어야함. 그럼에도 불구하고 기존의 B-mode 초음파진단은 인력과 시간이 많이 들 뿐 만 아니라 출하직전의 소 개체에게 스트레스를 줄 수 있다는 우려 때문에 축주에 의하여 기피되고 있는 실정임.</p> <p>그러므로 본 연구에서는 비육말기(29개월령이후)에 한우사육농가 혼자서 또는 소수(1~2인)의 초음파 진단팀이 간편하게 (장비 무게 경량화: 6kg→600g; 소요인력: 3인→1인) 그리고 신속하게 (측정 소요시간: 30분/분→5분/두) 한우개체의 등지방두께와 등심직경을 측정할 수 있는 “무선 와이파이 B-mode 초음파진단기를 개발”하고, 그 측정값을 평소 사육성적 (생체중, B-mode로 측정된 과거의 등지방두께와 등심단면적 등) 및 소도체 육량등급기준과 연계시켜 육량C등급을 예방하는 “알고리즘을 개발”하고, 그 알고리즘을 “서버에서 구동”시킨 후 스마트폰 상에서 조회할 수 있는 “모바일 앱”을 개발하는 출하지도 초음파진단프로그램을 국내 최초로 개발하였음</p>				
연구개발내용	<p>①초음파진단 측정값을 대입하면 출하시기를 진단해주는 알고리즘을 개발하여 서버에 구축하고, ②그 알고리즘 운용결과를 스마트폰 상에서 조회할 수 있는 모바일 앱을 개발하며, ③본 연구에서 개발하는 와이파이를 이용한 B-mode 초음파 진단기와 ④ 개발되는 알고리즘과 모바일 앱을 장착한 사용자(user)의 스마트폰을 서로 연동시키는 ‘초음파 한우출하진단시스템’을 개발하였음</p>				
연구개발성과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 한우거세우의 출하시기를 진단해줌으로써 출하적정시기 진단 및 과비육(C등급) 예방 <ul style="list-style-type: none"> - 한우농가는 육량C등급관정으로 초래되는 경락가격 하락을 미연에 방지 가능 - 국가적으로는 농후사료의 낭비를 절감시킴으로써 한우고기 생산성을 높임으로써 가격경쟁력 제고 및 사료수입 외화 절감 가능 ○ 한우 사양관리 기술의 과학화와 선진화하여 고급육생산성을 높임 ○ ‘초음파 한우 출하진단시스템’를 이용하여 효율적인 개체관리가 가능하므로 농가소득 증대효과 ○ 무선 Wi-Fi 방식의 초음파진단기(B-모드)개발로써 기존 유선연결 초음파진단기의 사용 불편사항 해소 ○ ICT융합기술을 이용하여 스마트 팜 축산기자재 기술 축적과 장비보급 ○ 축산 선진국에 기자재 수출을 위한 원천기술 확보 				
활용계획 및 기대효과	<p>한우농가는 1+ 또는 1++ 등급의 높은 육질등급을 받으면서도 경락가격을 급락시키는 육량C등급의 출현을 미연에 방지할 수 있는 소 출하시기를 농가 스스로 판단할 수 있으며, 이로써 농가소득이 증대될 것임</p>				
중심어	한우거세우	과지방	육량등급	등지방두께	초음파진단

< Summary >

	코드번호	B-03
Purpose	<p>In order to maximize the profit from Hanwoo feeding business, growth performance data from livestock must be analyzed very carefully. Hanwoo feeders usually measure their animals' marbling, ribeye area, backfat thickness with B-mode ultrasound system twice before the animal reaching 28 month of age. One more measurement of ultrasound prior to marketing is usually recommended to make a decision on when to market. But feeders do not bother to take the final measurements of ultrasound because of the stress toward the animals. To be developed In this study is a very simple and light B-mode ultrasound system that is connected to a smart-phone with wireless Wi-Fi. To the smart-phone will be installed an algorithm of estimating and predicting the possible yield grade now and later.</p>	
Contents	<p>To develop an algorithm of estimating and predicting the possible yield grade, to develop a mobile application tool for a smart-phone to which the algorithm will be installed, and to develop a simple Ultrasound system equipped with wireless-Wi-Fi</p>	
Development results	<p>Feeders' profit will be maximized from avoiding yield grade C on their marketed Hanwoo</p>	
Expected Contribution	<p>Feeders can also save money by feeding their animals efficiently</p>	
Keywords	Hanwoo steer	Excessive fatness
	yield grade	back fat thickness
		ultrasound

< Contents >

Chapter 1. Outlines of research project	1
Section 1. Purposes of research and development	1
1. Final aims of research and development	
2. The aims and natures of the research	
3. Annual research contents	
4. Annual research aims and contents	
Section 2. Needs of the research	6
1. Needs of the research	
2. Collecting and managing tissues for DNA identity test	
Chapter 2. Status of domestic and overseas technology development	8
Section 1. Domestic trends of the production and market of the related products	8
Section 2. Overseas trends of the production and market of the related products	10
Section 3. Achievements and contributions to related fields	11
Chapter 3. Contents of the research and result	14
Section 1. Research contents and developing plans	14
Section 2. Specific results of the research	17
Section 3. Expenses of the research funds	89
Section 4. Achievements of the research and development	93
Chapter 4. Goal achievements and contribution to related fields	99
Chapter 5. Fruits of this research and Practical use plan of results	105
Chapter 6. Information obtained during the research	108
Chapter 7. Security level of the research achievements	108
Chapter 8. List of research facilities and instruments registered the National Science and Technology Comprehensive Information System	108
Chapter 9. Implementation of safety measures in laboratories based on the research and development	108
Chapter 10. Representative research achievements	108
Chapter 11. Other considerations	109
Chapter 12. References	109

< 목 차 >

1장. 연구개발과제의 개요	1
1절 연구개발 목적	1
1. 연구개발 최종목표	
2. 연구개발 세부목표	
3. 연차별 연구내용	
2절 연구개발 필요성	6
1. 연구개발의 개요	
2. 연구개발의 중요성	
2장. 국내외 기술개발 현황	8
1절 국내 기술수준 및 시장 현황	8
2절 국외 기술수준 및 시장 현황	10
3절 개발기술의 산업화 방향 및 기대효과	11
3장. 연구수행 내용 및 결과	14
1절 연구내용 및 추진체계	14
2절 세부연구수행 결과	17
1. 제 1협동(송강지엘씨)	17
가. 1차년도: 간편 B-mode 초음파 50mm 1차 시제품 제작	17
나. 2차년도: 간편 B-mode 1차 시제품의 성능을 검증과 회의를 통해 1차 시제품 한계를 보완하기 위한 180mm 무선 시제품 개발	26
2. 제 1세부(한국육류연구소): 과비육 예방 출하시기 결정 ‘초음파 한우출하진단시스템’ 개발	43
3. 외부용역: 출하진단시스템 구동 서버 구축 및 안드로이드계열 ‘모바일 앱’ 제작	67
4. 제 2협동(평영정축협): 개발되는 간편 B-mode와 기존 B-mode 초음파 육질육량진단현장 비교·검증	76
3절 연구비 집행실적	89
4절 연구개발 성과	93
4장. 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	99
5장. 연구결과의 활용계획	105
6장. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보	108
7장. 연구개발결과의 보안등급	108
8장. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황	108
9장. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적	108
10장. 연구개발과제의 대표적 연구실적	108
11장 기타사항	109
12장 참고문헌	109
 <별첨> 연구개발보고서 초록, 자체평가의견서, 연구성과 활용계획서	

< 표 목 차 >

[표 1] 기존 B-made와 간편 B-mode 비교	9
[표 2] 2017년도 국내 시장 수요분석	11
[표 3] 2017년도 해외 시장 수요분석	12
[표 4] 추진일정	16
[표 5] 1차 시제품 검증 일정 및 결과	23
[표 6] 2차 시제품의 검증일정 및 결과	30
[표 7] 3차 시제품 검증일정 및 결과	36
[표 8] 스탠드오프 검증일정 및 결과	40
[표 9] 시험축 초음파 측정 시기별 월령	44
[표 10] 시험축 초음파 측정시기별 측정 두수	45
[표 11] 등심근 드로잉에서의 데이터 수집 요령	51
[표 12] 시험축 출하일자별 출하두수 및 해당 도축장명	52
[표 13] 등심근 드로잉 계측값 전체(360두분)으로부터 구한 REA3추정공식의 분산분석표 ...	54
[표 14] RW_GROUP 별 RW3 범위 및 추정공식 R-Square	54
[표 15] KMRI-USONIC과 KMRI-TRACE의 측정값 범위 비교	60
[표 16] C등급 예측 진단프로그램 구동 결과로 본 정확도 분석	66
[표 17] 보유하고 있는 기존 초음파 영상제공 내역	76
[표 18] 1차 시제품 현장 적용 내역	78
[표 19] 시험축 초음파 측정 시기별 월령	82
[표 20] 시험축 초음파 측정시기별 측정 두수	82
[표 21] 초음파 장비 기종 사용 현황	83
[표 22] 2차 시제품 검증 일정	84
[표 23] 3차 시제품 검증 일정	87
[표 24] 주요 부품 조달 계획	107
[표 25] 최종제품에 대한 품질 확보 계획	107

〈 그림 목 차 〉

[그림 1] B모드 초음파 측정기(좌), 측정된 초음파 모습(우)	4
[그림 2] Wi-Fi를 이용한 B-mode 초음파 개발 제품	6
[그림 3] 1차 시작품의 메인 회로도	19
[그림 4] 1차 시작품의 서브회로도	19
[그림 5] 1차 시작품의 PCB 제작 사진	20
[그림 6] 1차 시작품의 서브 PCB 제작 사진	20
[그림 7] 진동자 커버	21
[그림 8] 본체 하우징과 진동자 커버	21
[그림 9] B모드 무선 진단기 조립 3D도면	21
[그림 10] 목업 하우징과 PCB 사진	22
[그림 11] 완성된 1차 시작품의 사진	22
[그림 12] 1차 시제품 현장 검증 이미지	23
[그림 13] 1차 시작품의 2차 현장 검증 초음파 이미지	24
[그림 14] 1차 시작품의 3차 현장 검증 초음파 이미지	24
[그림 15] 1차 시작품의 4차 현장 검사 초음파 이미지	25
[그림 16] 2차 시제품의 메인회로	27
[그림 17] 2차 시제품의 서브회로	27
[그림 18] 2차 시제품의 메인 PCB 제작 사진	28
[그림 19] 2차 시제품의 서브 PCB 제작 사진	28
[그림 20] 구입한 3.5MHz 180mm 탐촉자	28
[그림 21] 2차 시제품의 목업 3D 이미지	29
[그림 22] 진동자와 PCB 연결 사진	29
[그림 23] 2차 시제품 사진	29
[그림 24] 2차 시제품의 24개월령 비육우 초음파 측정사진 1	30
[그림 25] 2차 시제품의 24개월령 비육우 초음파 측정사진 2	30
[그림 26] 2차 시제품의 등지방두께 및 등심 단면적 촬영 이미지	32
[그림 27] 2차 시제품의 10번 갈비뼈 촬영 이미지	32
[그림 28] 2차 시제품의 27개월령 비육우 등심 초음파 이미지	33
[그림 29] 2차 시제품의 등심 초음파 이미지-1	34
[그림 30] 2차 시제품의 등심 초음파 이미지-2	34
[그림 31] 하우징 금형의 측면 사진	35
[그림 32] 하우징 금형 정면 사진	35
[그림 33] 최종 시제품의 사진	36
[그림 34] 시제품과 안드로이드 APP의 연동 사진	36
[그림 35] 시제품의 온도체 등심 단면적 측정 사진	37
[그림 36] Smart Hanwoo 아이콘 이미지	38
[그림 37] HUS-4 전용 스탠드오프 제작	39

[그림 38]	스탠드오프 장착한 HUS-4	39
[그림 39]	스탠드오프를 장착하지 않고 촬영한 등심 이미지	40
[그림 40]	스탠드오프를 장착하고 촬영한 등심 이미지	40
[그림 41]	국립전과연구원 전과인증서	41
[그림 42]	전자파 적합성(EMC) 평가 시험성적서	42
[그림 43]	초음파영상으로부터 등지방두께와 등심단면적 계측 작업	43
[그림 44]	육량등급 계산 알고리즘 구현 흐름도	46
[그림 45]	등지방층의 두께 11곳 자동계측 구현	47
[그림 46]	초음파 영상에서 중요 식별 포인트	48
[그림 47]	숨을 내쉴 때와 들이쉴 때의 초음파 영상 비교	48
[그림 48]	프로브 위치를 달리한 초음파 영상 비교	49
[그림 49]	AOI 지정을 통한 등심폭(횡단축의 거리) 자동계측 구현	49
[그림 50]	OTP필름 트레이싱에서 등심근의 특징 계측 요령	50
[그림 51]	소도체 등급판정부위에서 데이터 수집 공정	53
[그림 52]	드로잉에서 등지방두께 측정 위치 선정에 대한 논리적 근거	53
[그림 53]	RW_Group 1의 Fit Plot for REA3	55
[그림 54]	RW_Group 2의 Fit Plot for REA3	56
[그림 55]	RW_Group 3의 Fit Plot for REA3	57
[그림 56]	RW_Group 4의 Fit Plot for REA3	58
[그림 57]	RW_Group 5의 Fit Plot for REA3	59
[그림 58]	한우 과비육 예방 진단프로그램 개발 로직	62
[그림 59]	모바일 앱 기본 구동 원리	67
[그림 60]	모바일 앱 시스템 배경도	68
[그림 61]	결과표 검색 기능	69
[그림 62]	출하 가능한 소 결과표 예시	69
[그림 63]	출하 가능한 결과표 예시	69
[그림 64]	자세히 결과표 보기 예시	70
[그림 65]	한 마리 결과표 보기 예시	70
[그림 66]	모바일 앱 메뉴 구성도	71
[그림 67]	모바일 앱 로그인 화면	71
[그림 68]	모바일 앱 회원가입 화면	72
[그림 69]	모바일 앱 농장 등록 화면	72
[그림 70]	모바일 앱 영상결과 측정 화면	73
[그림 71]	모바일 앱 농장 작업관리 화면	74
[그림 72]	모바일 앱 육량등급 초음파 진단표	74
[그림 73]	모바일 앱 육량등급 예측 결과표	75
[그림 74]	모바일 앱 농장별 출하 일정표	75
[그림 75]	소 개체별 등지방층의 유형분석	77
[그림 76]	한우 개체별 등지방층 유형 분석결과	77
[그림 77]	1차 시제품 50mm 1차 검증	78

[그림 78] 1차 시제품 50mm 2차 검증	79
[그림 79] 1차 시제품 50mm 3차 검증	80
[그림 80] 1차 시제품 50mm 4차 검증	81
[그림 81] 2차 시제품 1차 검증과 기존 MYLAB 초음파 측정 비교	84
[그림 82] 2차 시제품 2차 검증과 기존 MYLAB 초음파 측정 비교	85
[그림 83] 2차 시제품 최종 검증과 기존 Honda 초음파 측정 비교	86
[그림 84] 3차 시제품 최종 검증	87

제 1장 연구개발과제의 개요

제 1절 연구개발 목적

1. 연구개발 최종목표

목표: 한우 과비육을 예방하는 출하시기를 진정해주는 ‘초음파진단프로그램’ 개발
① 무선 와이파이를 이용한 간편 B-mode 초음파 진단기기를 개발 ② 초음파진단 측정값을 대입하면 출하시기를 진단해주는 ‘소도체 육량등급 예측 알고리즘’을 개발 ③ 개발된 알고리즘의 현장 검증 ④ 모바일 앱으로 조회서비스가 가능하도록 검증된 알고리즘을 서버에 구축 ⑤ 서버와 연동하여 한우 이력 조회 및 진단 시기를 조회 가능한 안드로이드기반 어플리케이션 개발 ⑥ 최종적으로 ①+⑤+⑥를 결합시킨 ‘초음파 한우 출하진단시스템’을 개발

2. 연구개발 세부목표

가. 제1세부(한국육류연구소): 과비육 예방 출하시기 결정 ‘초음파 한우출하진단시스템’ 개발

(1) 알고리즘 구축을 위한 준비작업 (1단계 데이터베이스 구축)

- 제2협동(평창축협)이 보유하고 있는 기존의 B-mode 초음파 영상화일과 이미 출하된 한우의 성장단계별 성적을 토대로 하고 축산물품질평가원으로부터 해당도체에 대한 등급판정 자료를 제공받아, ‘소도체 육량등급 예측 알고리즘’ 구축을 위한 1단계 데이터베이스를 구축
- 기존의 B-mode 초음파 영상파일에서 등심단면적으로부터 등심직경 계산법 개발 (Image processing software인 I-Max Plus 활용하여 얻은 등심직경과 등심단면적의 관계를 통계 처리하여 등심직경 계산법 개발)
- 위의 1단계 데이터베이스를 이용하여 생축 측정항목(등지방두께와 등심직경)과 체중대별 육량등급 예측모델 개발

(2) ‘소도체 육량등급 예측 알고리즘’ 버전1.0 개발

- 제1협동(송강)에서 개발하는 1차 시제품에 장착할 ‘소도체 육량등급 예측 알고리즘’ 버전1.0 개발
- 예측알고리즘 구성 내용
 - Ⓐ 등심직경으로부터 등심단면적을 추정하는 알고리즘
 - Ⓑ 측정 당시의 등지방두께, 등심직경과 생체중으로부터 해당 소를 즉시 출하하면 받게 될 육량지수 및 등급을 계산하는 알고리즘
 - Ⓒ 해당 소의 두 달 전, 다섯 달 전 초음파측정 값을 기초하여 당장, 한 달 후 또는 두 달 후 중 언제 출하하는 것이 가장 경제적인 지를 판단해주는 예측모델

- (3) 출하진단시스템 구동 서버 구축 및 안드로이드계열 ‘모바일 앱’ 제작 (외부용역)
- (4) B-mode 초음파 진단기기 및 모바일 앱에서 발생하는 데이터를 처리하기 위한 서버관리 구축
 - 서버구축을 통해 모바일 앱에서는 조회서비스 위주의 서비스를 제공
 - 제1협동(송강)에서 개발하는 와이파이 B-mode 초음파 진단기기의 영상처리시스템(초음파영상을 캡처(capture)한 후 등지방두께와 등심직경의 값을 저장)으로부터 받은 개체별 등지방두께와 등심직경 값을 ‘한우출하진단시스템’ 구동 서버로 전송하여 서버에 구축되어있는 제1세부의 출하진단시스템을 이용하여 개체별 육량지수 및 육량등급을 계산하고 출하시기를 진단해주는 출하진단 결과물을 안드로이드 계열 스마트폰에서 확인하게 해주는 모바일 앱을 제작
- (5) 제1협동(송강)에서 개발한 1차시제품을 이용하여 제2협동(평영정축협)에서 시험축 200두에 대하여 기존의 B-mode 초음파진단기와 병행하여 사용하여 얻은 결과치를 비교하면서, 알고리즘과 모바일 앱을 보완하여 버전1.0을 제작
- (6) 제1협동(송강)에서 보완 제작한 제2차 시제품에 버전1.0알고리즘을 장착하여 제2협동(평창)에 제공하여 시험축 185두(2차년도 상반기)에 제2차 현장 적용을 실시하게 하여 그 결과치로 알고리즘과 모바일 앱을 보완하여 버전2.0를 제작
- (7) 제1협동(송강)에서 보완 제작하는 제3차 시제품에 버전 2.0의 알고리즘을 장착하여 제2협동(평창)에 제공하여 시험축 315두(2차년도 중반기)에 제3차 현장 적용을 실시하게 하여 그 결과치로 알고리즘과 모바일 앱을 보완하여 버전3.0를 제4차시제품에 장착하여 출시 준비 완료

나. 제1협동(송강지엘씨): 한우 육량등급 간편 측정 Wi-Fi 무선 B-mode 초음파 진단기 개발

- (1) 무선 와이파이 B-mode 육량진단기 제1차 시제품 개발
 - 스캔 컨버터와 스캐너는 시스템 컨트롤러 부분인 DVSC (Digital Video System Controller)와 데이터 컨넥터 PPCL (Parallel PC Link)와 메모리 부분인 CMEM (Cine Memory Board) 비디오 표시 부분인 RPVM (Raster Processor Video Manager)장치를 One Board 형태로 개발
 - 기존 상용화되어 있는 위상배열의 16ch - 5MHz의 규격의 탐촉자 (Electronic Phase Array)를 수입하여 개발 중인 메인보드와 연동 시 발생하는 문제점 연구 및 해결
 - 구현된 이미지를 실시간으로 외부 통신기기와 무선 통신을 구현해주는 Wi-Fi 모듈 구매
 - 1,2,3 목표를 취합하여 시제품을 개발하고 외부 통신 단말기에 영상을 띄워주고 터치펜으로 등지방두께와 등심직경 값을 생성시키고 스마트폰에 저장하는 (내장용) 모바일 앱 개발
 - 시제품의 정량적 지표

구분	항목	목표 기준
전기적무선전	주파수 허용편차 (KHz)	무선설비규칙 제 29조 7항 $\pm F \times 5 \times 10^{-6}$ 이상
	점유 주파수 대역폭 (MHz)	무선 설비규칙 제 29조 7항 26MHz 이하
	공중선 전력 밀도 (mW/MHz)	무선설비규칙 제6조 3항 정격10 mW/MHz 상한 20%

과 관 련 지 표	불요발사 (dBm)	무선 설비규칙 제 29조 7항 -30dBm 이하
	부차적 전파 방사 한도(dBmW)	무선 설비규칙 제 29조 7항 -54dBmW 이하
	송신공중선의 절대이득 (dBi)	무선 설비규칙 제 29조 7항 6 dBi 이하

- 시제품의 정성적 지표

항목	목표 기준
시제품의 1차 신뢰성 검증	2016년 10월 ~ 12월: 2협동에서 한우 200마리에 대한 1차 신뢰성 검증
시제품의 2차 신뢰성 검증	2017년 3월 ~ 4월: 2협동에서 한우 185마리에 대한 2차 신뢰성 검증
시제품의 3차 신뢰성 검증	2017년 7월 ~ 9월: 2협동에서 한우 315마리에 대한 3차 신뢰성 검증

- (2) 제1차 시제품을 제2협동(평창)에 제공하여, 시험축 200두(1차년)에 대하여 기존의 B-mode 초음파진단기와 병행하여 사용하도록 함
- (3) 제2협동(평창)에서의 제1차 시제품 사용 결과를 토대로 제1세부(한국육류연구소)가 개발한 버전1의 알고리즘 및 모바일 앱을 제2차 시제품에 장착시킨 다음, 제2차 시제품을 제2협동(평창)에 제공하여 시험축 185두(2차년도 상반기)에 대하여 2차 현장 적용을 실시하게 함
- (4) 제2협동(평창)에서의 제2차 시제품 사용 결과를 토대로 제1세부가 개발한 버전2의 알고리즘 및 모바일 앱을 제3차 시제품에 장착시킨 다음, 제3차 시제품을 제2협동(평창)에 제공하여 시험축 315두(2차년도 중반기)에 대하여 3차 현장 적용을 실시하게 함
- (5) 제2협동(평창)에서의 제3차 시제품의 사용 결과를 반영하여 제4차시제품을 개발
- (6) 제4차 시제품에 버전 3의 알고리즘과 모바일 앱을 장착하여 출시 준비 완료

다. 제2협동(평영정축협) : 개발되는 간편 B-mode와 기존 B-mode 초음파 육질육량진단 현장 비교·검증

- (1) 제2협동(평창축협)이 보유하고 있는 기존의 B-mode 초음파 영상화일과 이미 출하된 한우의 성장단계별 성적과 해당도체 등급판정 자료를 제1세부(한국육류연구소)에 제공
- (2) 시험축 200두에 대하여 제1차 시제품을 이용하여 등지방두께와 등심직경을 측정하고 동시에 같은 시험축에 대하여 기존의 B-mode 초음파진단기로 초음파진단을 실시하고 초음파영상을 저장하여 제1세부에 제공하여, 제1세부와 제1협동에서 기존 B-mode 진단기와 1차 시제품의 결과치를 비교하게 하도록 함
 - 24월령, 27월령, 출하직전 3시기에, 마지막훈추에서 등지방두께, 등심단면적, 근내지방도를 진단(촬영)
- (3) 제2차 시제품을 제공받아 시험축 185두(2차년도 상반기)에 대하여 현장 적용을 추가로 실시하고, 결과치를 제1세부와 제1협동에 제공

(4) 제3차 시제품을 제공받아 시험측 315두(2차년도 중반기)에 대하여 현장 적용을 추가로 실시하고, 결과치를 제1세부와 제1협동에 제공

3. 연차별 연구내용

<1차년도>

가. 1세부(한국육류연구소): ‘소도체 육량등급 예측 알고리즘’의 개발을 위한 데이터 분석

- (1) 소도체 육량등급 예측 알고리즘 개발을 위한 1단계 데이터베이스 구축
- (2) ‘소도체 육량등급 예측 알고리즘 버전 1.0 개발
- (3) 출하진단시스템 구동 서버 구축 및 안드로이드계열 ‘모바일 앱’ 초기단계 수준 제작 (외부용역)

나. 제1협동(송강지엘씨): 한우 육량등급 간편 측정 Wi-Fi 무선 B-mode 초음파 진단기 1차 시제품 개발

- (1) 무선 와이파이 간편 B-mode 육량진단기 제1차 시제품 개발
- (2) 제작한 간편 무선 와이파이 B-mode 초음파 출하진단기 제1차 시제품과 어플리케이션을 제2협동에 제공



그림 1. B모드 초음파 측정기(좌), 측정된 초음파 모습(우)

(3) 제작한 시제품의 전파 인증

(4) 오차의 개인차를 줄이기 위하여 STAND OFF를 시제품의 규격에 맞추어 설계하고 스테인레스 재질로 제작, 보완

다. 제2협동(평영정축협): 개발되는 간편 B-mode와 기존 B-mode 초음파 육질육량진단 현장 비교·검증

- (1) 자체 보유하고 있는 기존의 B-mode 초음파영상파일을 제1세부와 함께 분석
- (2) 제1협동에서 제공한 1차 시제품을 시험축 200두에 적용하여 성능 및 기능 검증
- (3) 기존 B-mode 초음파기기와의 결과를 비교 분석한 후 결과를 제1세부와 제1협동에 피드백

<2차년도>

가. 1세부(한국육류연구소): ‘소도체 육량등급 예측 알고리즘’구축 및 모바일 어플리케이션 개발

- (1) 육량등급 예측 프로그램 알고리즘 1버전 개발
- (2) 제1협동의 기초 어플리케이션에 알고리즘 연산 프로그램 탑재 및 사용자 인터페이스 개발 (1세부-외부용역)
- (3) 제1협동에서 제작한 2차 시제품에 1버전 알고리즘을 탑재하여 제2협동에 제공
- (4) 제2협동이 기존 B-mode 진단기와 1협동에서 제작한 (1버전 알고리즘을 탑재한) 2차 시제품을 가지고 소 185두(2차년도 상반기)에 대하여 측정한 관측치를 서로 비교하여 알고리즘 및 어플리케이션 보완 (2.0버전)
- (5) 제1협동에서 제작한 3차 시제품에 2.0버전 알고리즘을 탑재하여 제2협동에 제공
- (6) 제2협동이 기존 B-mode 진단기와 1협동에서 제작한 (2.0버전 알고리즘을 탑재한) 3차 시제품을 가지고 소 315두에 대하여 측정한 관측치를 서로 비교하여 알고리즘 최종 수정 (3.0버전)
- (7) 알고리즘 최종 수정 후 모바일 어플리케이션을 최종 업데이트 하여 제4차 시제품에 장착

나. 제1협동(송강지엘씨): 시제품의 보완 및 1세부 알고리즘을 탑재하여 최종 제품 출시

- (1) 제2협동(평창)에서의 1차 시제품의 사용 결과를 반영하여 2차 시제품을 개발
- (2) 제2협동(평창)에서의 2차 시제품의 사용 결과를 반영하여 3차 시제품을 개발
- (3) 제2협동(평창)에서의 3차 시제품의 사용 결과를 반영하여 4차 시제품을 개발
- (4) 제작한 4차 시제품의 국가공인기관 위탁 성능검증 실시
- (5) 성능검증 완료 후 1세부 최종 진단 프로그램(버전3.0) 탑재하여 출시

다. 제2협동(평영정축협): 개발되는 간편 B-mode와 기존 B-mode 초음파 육질육량진단 현장 비교·검증

- (1) 2차년도 상반기에 제1협동에서 제공한 2차 시제품을 시험축 185두에 적용하여 기존 B-mode 초음파기기와 성능 및 기능 비교 검증하고 기존 B-mode로 측정한 영상자료를 제1세부에 제공
- (2) 2차년도 중반반기에 제1협동에서 제공한 3차 시제품을 시험축 315두에 적용하여 기존 B-mode 초음파기기와 성능 및 기능 비교 검증하고 기존 B-mode로 측정한 영상자료를 제1세부에 제공

제 2절 연구개발의 필요성

1. 연구개발의 개요

가. 연구개발 개요: ①초음파진단 측정값을 대입하면 출하시기를 진단해주는 알고리즘을 개발하고, ②그 알고리즘 운용결과를 스마트폰 상에 보여주는 모바일 앱을 개발하며, ③본 연구에서 개발하는 와이파이를 이용한 B-mode 초음파 진단기와 ④ 개발되는 알고리즘과 모바일 앱을 장착한 사용자(user)의 스마트폰을 서로 연동시키는 ‘초음파 한우출하진단시스템’을 개발하고자함

<제품 개념도>



그림 2. Wi-Fi를 이용한 B-mode 초음파 개발 제품

[참고: 용어의 정의]

- 본 연구과제명에 포함되어 있는 ‘간편’이라는 용어에 대한 정의
 - 본 연구에서 개발하고자 하는 B-mode 초음파 진단기를 기존의 유선-연결 초음파 진단기와 구별하는 의미로, ‘간편’이라는 수식어를 앞에 붙였음
 - 또한 사용자가 스마트폰의 모바일 앱을 이용하여 초음파측정결과를 언제든지 검색할 수 있다는 편의성을 강조하기 위해서 ‘간편’이라는 수식어를 사용하였음

2. 연구개발의 중요성

- 가. 한우를 보다 경제적으로 비육 출하하기 위해서는 사육하고 있는 개체의 비육특성을 정확히 분석하여야한다. 그러기 위해서는 초음파진단을 두 차례 이상 실시하여 그 개체의 근내지방도, 등심단면적, 등지방두께 등을 측정하여야한다. 두 번이상의 측정치를 비교하여, 해당 개체의 근내지방도/등심단면적이 계속하여 더 증가할 소지가 있다고 판단하면 비육기간을 연장할 것이나, 그렇지 못하다고 판단하면 그 개체를 조속히 출하하도록 권장하게 된다.
- 나. 이 때, 등지방두께의 증가속도 또한 관심을 기울여야한다. 근내지방도를 높이기 위해서 출하시기를 연장하는 것인데, 근내지방도는 높아지지 않고 영똥하게 등지방두께(피하지방)가 늘어나는 개체를 종종 목격하게 되기 때문이다. 설사 근내지방도가 높아져서 육질등급이 한 개 등급 향상되더라도 등지방두께 또한 두꺼워지게 되어 육량등급을 A, B등급이 아닌 C등급으로 받게 되면, 육질등급 향상으로 말미암은 도매시장 경락단가 상승효과가 육량C등급에 의한 가격하락으로 말미암아 상쇄된다. 그렇게 되면, 출하시기를 연장한 목적을, 즉 사료비를 더 들이지만 그 이상의 수취가격 상승을 기대한 바를 충족시키지 못하고 오히려 경영상의 손실을 초래하게 된다.
- 다. 그러므로 비육말기 출하직전에는 등지방두께 관리가 매우 중요하다. 그러기 위해서는 초음파진단을 최소 한번은 더 해주어야하는데, 산업현장에서는 그러하지 못하다. 왜냐하면 기존의 B-mode 초음파진단에는 개체보정 및 초음파진단을 위해 인력이 3~4인 투입되고 측정에 개체 당 20분 내외 소요되는, 농장주 혼자 할 수 없는, 만만치 않은 작업공정이기 때문이다. 초음파 진단팀(축협, 사료회사 등)의 제한된 인력운영 때문에 관리하는 한우개체당 2회 이상의 초음파진단은 어려운 실정이기도 하며, 농장주들은 초음파진단 시 소가 스트레스를 받아 근내 지방 형성에 지장을 받는다고 생각하여 비육말기 출하직전에는 초음파진단을 기피하는 경우가 많다. 그리하여 농장에서는 육질등급을 좀 더 확실하게 하려는 의도로 적정 출하시점보다는 2~3개월 더 연장 사육하는 경우가 많게 되었고 그 결과 육질등급은 향상되지만 육량C등급으로 판정되는 경우도 빈번하다고 하겠다. 이러한 부정확하고 눈대중에 의한 출하시기 결정 관행으로 말미암아 요새와 같이 소 값이 '금값'인 시기에 도 내실 있는 경영을 하지 못하는 사육농가는 경영상의 어려움을 계속 겪게 되고, 이는 한우산업의 근간을 취약하게 만드는 하나의 원인으로 작용한다.
- 라. 국내에서 실시되고 있는 기존의 B-mode 초음파 진단기기의 경우 촬영한 초음파 영상을 두께, 면적 등의 물리적 수치를 고려한 분석 방식이 아닌, 목측을 통하여 육질과 육량의 상태를 판단해왔다. 이러한 목측 육질·육량 진단의 경우 반드시 1인 이상의 전문가가 요구되며 육질 평가항목인 근내지방도를 명확히 판정하는 것에 상당한 숙련과 기술이 필요하다. 그러나 본 연구과제에서 추구하는 Wi-Fi기반의 간편 타입 스마트폰 연동 B-mode 기기의 경우 기존 B-mode로 촬영되었던 영상 데이터를 기반으로 등심단면적과 등지방두께의 수치를 데이터베이스화하여 프로그램의 기본 알고리즘으로 사용하기 때문에 전문가 없이 농장 자체적으로 육량과 육질 진단이 가능하며 더 나아가 등급판정 자료와의 연동으로 적합한 출하시기까지 예측이 가능하다.
- 마. 이러한 농장 자체적으로 이용 가능한 최첨단 기기의 보급화는 더 체계적인 한우개체 관리와 농가의 경제성을 높이기 위하여 최대한 빠른 시일 내로 이루어져야 할 것이다.

제 2장 국내외 기술개발 현황

제 1절 국내 기술 수준 및 시장 현황

- 한우의 육질을 고급화하여 수입육에 대응하기 위하여 1990년대초부터 추진해온 고급육 생산정책과 축산물등급제도에 따라 1990년대 중반부터는 한우의 품질(육질과 육량등급)이 도매시장 경락가격에 연계되어 등급별로 한우의 경락가격이 차별화되기 시작함. 이에 따라 한우 농가는 사육하고 있는 한우의 품질을 고급화하고 동시에 생산비를 절감시켜 농가소득을 극대화하려는 노력을 경주하게 됨
- 한우 사육농가가 사육하고 있는 생축의 품질(근내지방도, 등지방두께 등)을 진단하여 도축 후의 소도체 등급(육질 및 육량)을 최고로 받을 수 있기 위한 출하시기의 예측 수단으로, 초음파육질진단기술이 1990년대 후반에 국내에 도입되어 실증시험 등을 통해 2000년도 초에는 산업현장에 보급되기 시작. 그리하여 전국적으로 500~600대(2010년 기준)의 진단기가 보급되어 한우 고급육생산에 활용되고 있음
- 초음파진단기술의 보급 초기에는 생후 30개월령 전후의 한우를 대상으로 초음파진단을 통해 최상의 육질등급을 받을 수 있기 위해 출하시기를 좀 더 늦출 것인가를 판단하고자 하였으나, 최근에는 생후 22~27개월령 한우를 대상으로 초음파진단을 조기에 실시한 후 적정 사료량 급여 등 사양관리 자료로 활용하는 데에 까지 확대하여 생산비 절감 및 품질향상에 도움을 주고 있음
- 비육우 출하 측정기는 전무한 상태이며 고가의 초음파 육질진단기를 통한 B-MODE 육질진단기가 보편화 되어 있는 상황임. 기존의 시스템은 대부분 4500만 원 이상의 수입제품 또는 국내 삼성 메디슨의 5500만원 수준의 화상 초음파 진단기를 축협 또는 사료회사에서 컨설팅을 통하여 활용중이며 고가의 장비인 만큼 두 명 이상의 전문가가 현장에서 직접 육질진단을 실시하여 농협중앙회로 최종 개체의 등급을 전송하거나 현장에서 직접 판별하여 농장주에게 정보를 제공하는 시스템이다. 육질진단을 실시하는 평가사는 수요 대비 인원이 부족하여 매년 시간외 노동에 혹사당하고 있으며 많은 농가가 직접적인 서비스를 원하고 있는 시점에서 가격이 저렴하고 비전문가일지라도 쉽게 등급을 확인할 수 있는 비육우 출하 측정기를 개발하고자 함


<표 1> 기존 B-mode와 간편 B-mode 비교

구분	기존 B-mode	간편 B-mode
가격	4500만원	400만원
기간	<ul style="list-style-type: none"> ○ 판독에 필요한 전문적인 교육 필요 ○ 1두 측정시 약 30분 소요 ○ 최소 3인의 전문가가 요구됨 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 개발된 프로그램에 의하여 측정 후 자동으로 결과 확인 ○ 1두 측정시 약 5분 소요 ○ 비전문가 1인으로 측정 가능
편의성	기존의 장비는 중량 6kg 이상의 무게로 보정틀 밖에 설치하여 전문가가 유선 프로브를 들고 들어가 측정하기 때문에 장비 고장이 잦고 측정자가 다치는 경우 또한 빈번함	중량 600g 이하로 소 사육 실무 담당자가 직접 측정함으로써 소가 받는 스트레스가 경감되고 작업 시간이 매우 간소화되어 효과적으로 개체의 사양관리가 가능함

- 유사 기술 특허는 (주)메디칼어플라이스 회사가 있으며 돼지 등지방 측정기용으로 국한되어 측정기기 장치로 본 연구에서 개발하고자 하는 한우출하측정기 용도 및 기술의 차이가 있다. 또한 기존 제품으로는 (주)송강지엘씨에서 개발한 돼지등지방두께 측정기, BCS 측정기가 있으며 돼지 등지방두께 측정기는 특허 공개된 보편화된 기술이며 BCS 측정기는 특허 등록되었음
- 돼지용 제품의 경우 초음파 진단 장치만이 보급이 되어있으며 개체의 사양관리까지 진단해주는 전용 프로그램은 유일하게 미국의 Bio Tronics 사에서 개발하여 보급하고 있음. 그러나 이 분석 툴의 경우 450만원, 진단기 3000만원의 고가의 제품으로 농가에서 사용하기에는 무리가 따름
- 무선 Wi-Fi를 이용한 B-mode 초음파 육질진단기기는 2015년 기준 한국과 중국에서만 보유한 기술임

제 2절 국외 기술 수준 및 시장 현황

- 국내와 마찬가지로 B-모드 화상 초음파 진단기를 활용하여 육종과 사양관리 용도로 육질 진단을 하고 있으며 비슷한 환경과 수준으로 유지 관리 되고 있음
- 유사 기술 또는 기존 제품으로는 미국 Renco Corporation에 돼지 등지방두께 측정기와 덴마크 Carometec A/S사 PIGLOG 105 제품은 20년 이상 오래된 기술의 제품으로 경쟁력이 없고 소 관리용 등지방 측정기기 제품은 전무한 상태임
- 전망: 이번에 개발 될 소 출하 측정기는 세계 최초의 ICT 융합 기술을 접목한 소 전용의 무선 초음파 프로브를 이용한 A-MODE 출하 측정기가 될 것이며 상당히 높은 가격으로 형성된 시장에 저렴하게 보급되어 누구나 손쉽게 사용하고 관리가 가능하므로 대체 시장이나 신규 시장 개척이 용이할 것으로 판단됨

 (19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2012-0019796
	(43) 공개일자 2012년03월07일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) A61B 8/00 (2006.01) A61B 8/14 (2006.01)	(71) 출원인 (주)메디칼어플라이언스 경기도 성남시 수정구 산성대로 553, 을지관 308-2호 (양지동, 을지대학교)
(21) 출원번호 10-2010-0083251	(72) 발명자 최은경
(22) 출원일자 2010년08월27일	윤재철
심사청구일자 2010년08월27일	임주현
	(74) 대리인 최덕용

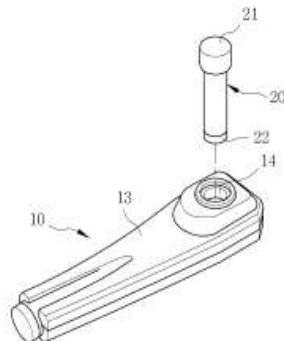
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 **초음파를 이용한 지방측정장치**

(57) 요약

본 발명은 초음파를 이용한 방식으로 인체의 국소부위의 지방측정이나 돼지의 등지방 등을 측정할 수 있도록 하되, 측정동작이 쉽고 간단한 구성으로 제품원가를 절감함과 동시에, 지방측정 시 측정된 값을 일시 정지 및 저장하여 보여주는 기능을 추가함으로써 사용상의 편리를 제공한 초음파를 이용한 지방측정장치에 관한 것으로, 사각형상으로, 상단에는 측정된 지방 두께 등을 표시하는 표시부와, 자동측정이나 수동측정의 선택, 또는 측정시각 등을 선택 및 입력하는 설정부와, 하단에 형성되는 손잡이부와, 상기 손잡이부의 배면 일측에 형성되어 상기 초음파프로브가 장착되는 제1연결구를 포함하는 본체; 및 원기둥 형상으로, 선단부에 형성되어 초음파를 발사하고 반사파를 수신하는 초음파발생부와, 타단에 형성되어 상기 본체의 제1연결구에 삽입 장착되는 제2연결구를 포함하는 초음파 프로브로 구성된다.

대표도 - 도3



제 3절 개발기술의 산업화 방향 및 기대효과

1. 산업화 방향(제품의 특징, 대상 등)

○ 국내 시장

- 사료회사, 축협, 영농법인 및 농가와 컨소시엄을 구성하여 개발 제품이 사양관리 기술에 미치는 영향과 소의 영양 및 건강 상태에 대한 객관적이고 과학적인 자료에 의한 판단으로 인건비, 사료비 절감을 통한 농가의 경쟁력 확보 사례를 발굴하여 적극적인 홍보 및 마케팅

○ 해외 시장

- 직, 간접적인 홍보 마케팅

국내 시장 마케팅을 위한 다양한 결과를 바탕으로 광고 및 홍보 동영상을 제작하고 해외 현지 공급업체 거점 농가 확보와 보급

- 직접적인 마케팅

해외 전시회 개별 참가 및 세미나 개최, 교육(딜러, 농가) 실시

해외 유명 축산 분야 홍보매체 등에 광고

사업 이후 국내·외 주요 판매처 예상 현황

<표 2> 2017년도 국내 시장 수요분석

국내 판매처	수요량 / EA	가능성 / %	비고
각 지역 축협	100	90	컨소시엄 구성 예정
국내 사료업체	50	90	컨소시엄 구성 예정
한우건설팅 업체	50	70	컨소시엄 구성 예정
합계	200		

<표 3> 2017년도 해외 시장 수요분석

해외 판매처	수요량 / EA	가능성 / %	비고
일본	2	70	거래선 1곳 확보
독일	2	70	거래선 1곳 확보
러시아	5	90	거래선 2곳 확보
중국	2	80	거래선 2곳 확보
태국	2	70	거래선 1곳 확보
인도	2	60	개척 중
베트남	2	70	거래선 1곳 확보
프랑스	5	90	거래선 1곳 확보
네덜란드	2	80	거래선 1곳 확보
덴마크	2	80	거래선 1곳 확보
스페인	2	70	거래선 1곳 확보
미국	2	80	거래선 1곳 확보
캐나다	3	90	거래선 2곳 확보
브라질	2	80	거래선 1곳 확보
멕시코	2	70	거래선 1곳 확보
호주	2	70	거래선 1곳 확보
파키스탄	2	70	거래선 1곳 확보
칠레	2	50	개척 중
대만	2	60	거래선 1곳 확보
합계	45		

매년 수요는 20%이상 증가할 것으로 예상되며 국내 시장 포화 수요는 최소 1000대, 해외시장은 400,000대로 예상됨

2. 산업화를 통한 기대효과

(단위 : 백만원)

산업화 기준 항 목	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
직접 경제효과	제품개발	제품성능검사	국내 300 수출 50 소계 : 350	국내 500 수출 300 소계 : 800	국내 500 수출 1,000 소계 : 1,500	2,650
경제적 파급효과			150	150	200	500
부가가치 창출액			100	200	200	500
합 계			600	1,150	1,900	3,650

- 1) 직접 경제효과: 본 연구과제 개발기술의 산업화를 통해 기대되는 제품의 매출액 추정치
- 2) 경제적 파급효과: 본 연구과제 개발기술의 산업화를 통한 농가소득효과, 비용절감효과 등 추정치
- 3) 부가가치 창출액: 본 연구과제 개발기술의 산업화를 통해 기대되는 수출효과, 브랜드가치 등 추정치

□ 사업 효과

- 개발 제품은 초음파를 이용하여 소의 출하 시 육량 등급을 자동 측정하기 위한 기구로서 세계 최초로 상용화 예정 제품임. 기존 국내외 축산 분야의 새로운 시장 창출은 물론 매년 수출의 증가 기대가 크며 사양관리 기술 발전과 더불어 농가의 실질적인 사료비와 인건비를 효율적으로 관리함으로써 직, 간접적인 소 사육비 절감 효과 기대. 또한 초음파를 이용한 ‘비육우 출하 측정기’의 개발을 통한 응용 기술은 소, 돼지 등 다양한 축종에 활용될 수 있는 가능성이 매우 높음

□ 농수산물 활용정도 및 농어촌 경제 기여도

- 농가의 부담이 높은 사료비 비중이 40~60%에서 5% 이상 절감 효과로 이익 발생
- 육안을 통한 주관적인 관리 형태에서 초음파에 의한 기계적 자동 측정, 수치화된 객관적인 자료의 확인, 이용으로 신뢰성 및 직, 간접적인 경제적 이득 효과 발생

제 3장 연구수행 내용 및 결과

제 1절 연구내용 및 추진체계

1. 연구개발 추진전략 · 방법

가. 추진전략

- 제1협동(송강지엘씨)가 개발한 시제품에 제1세부가 개발한 알고리즘과 모바일앱을 장착하여 제2협동(평창영월정선축협)에 제공하면, 이를 한우 생축에 적용 시험하여 그 결과를 제1세부와 제1협동에 환원시켜주는 순환체계를 연구기관 간에 구축하여 연구를 상호 협력적으로 추진한다.

나. 추진방법

- 매월 1회 이상 연구기관 간에 미팅과 소통 채널을 통하여 사업 추진 현황 등 정보를 교환한다.
- 제품 개발 과정상에서 발생하는 문제 해결을 위하여 각 연구팀의 실무담당자는 주관기관 담당자와 함께 모든 진행 사항에 대해 상시 논의하며 사업이 원활히 수행되도록 한다.

2. 연구개발 추진체계



간편 B-mode 초음파진단기 제작
한우 과비육예방 진단프로그램 개발

"초음파 한우 출하 진단 시스템" 보급

3. 추진일정

<표 4> 추진일정

1차년도																
일련 번호	연구내용	월별 추진 일정												연구 개발비 (단위: 천원)	책임자 (소속 기관)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1	2협동 보유 기존 B-mode 영상데이터의 이미징프로그램을 이용한 분석															1세부
3	1차 시제품 제작															1협동
5	1세부에 기존 B-mode 영상데이터 공유 및 분석															2협동
2	알고리즘 개발 분석 (통합 데이터 구축)															1세부
2	알고리즘 구현을 위한 1차 현장검증 (시험축 200두)															2협동
4	시제품 전파인증															1협동
2차년도																
1	시제품 전파인증															1협동
2	1차 진단 프로그램 알고리즘 개발															1세부
3	2차 시제품 제작															1협동
4	알고리즘 구현을 위한 2차 현장검증 (185두)															2협동
5	모바일 어플리케이션 구축															1세부 (외주용역)
6	2차 진단 프로그램 개발															1세부
7	3차 시제품 제작															1협동
8	알고리즘 구현을 위한 3차 현장검증 (315두)															2협동
9	4차 시제품 제작															1협동
10	국가공인기관 위탁 성능검증															1협동
11	최종 진단 프로그램 개발															1세부
12	최종보고서 작성															공통

제 2절 세부연구수행 결과

1. 송강지엘씨(1협동)

가. 1차년도: 간편 B-mode 초음파 50mm 1차 시제품 제작

<세부 연구 목표>

1. 고주파 대역중 하나인 초음파를 이용하여 동물의 지방과 근육층을 구분하고 인식하여 지방의 두께를 측정하는 장비개발
2. CPU 기반으로 무선 탐촉자를 통하여 입력된 아날로그 값을 디지털 값으로 변환하여 연산 및 제어 후 내부 메모리에 저장하고 Wi-Fi를 이용하여 외부 통신 단말기와 연동하여 실시간 초음파 영상 디스플레이 함
3. 제품 구성
 - 3.5MHz B-Mode Wi-Fi Probe_ 50mm
 - 애플 아이패드 미니 8.0
 - 원시 APP
4. 주요 기능 및 특징
 - ICT 융합 무선 Wi-Fi B-Mode Probe
 - 원시 어플리케이션: Smart Hanwoo 탑재
 - 개체의 각 지방층의 두께 개별 측정 및 등심의 깊이 측정
 - 이미지 저장 기능
 - 전원 레벨 검출 및 잔여 배터리 량 표시 기능
 - 1회 충전으로 3시간 이상 연속 사용 가능
 - frequency 5.0MHz
 - Linear array
 - 전용 APP와 구축된 서버에 연동되는 육량 분석 알고리즘이 탑재된 분석 프로그램

1). 1차 시작품의 제작

○ Wi-Fi B-Mode Probe 특징

- 기존 유선 진단기의 불편함을 최소화한 소형 경량화 무선 프로브 개발에 초점
- 탐촉자 길이는 5cm
- 전원: 3.7V 4000mA LI-PO
- DEPTH: 12Cm
- Frequency 5MHz Linear Array를 탐촉자로 이용
- 초기 모델은 아이패드와 연동되도록 iOS용 원시앱 개발

○ 원시앱의 구성

- 추후 안드로이드용 버전 6.0 이상에서 동작 가능한 APP개발 목표
- 1차 시작품의 빠른 성능 검증을 위하여 iOS 용 임시 APP 개발
- 영상 프리즈 및 저장 기능
- 개체 기본 정보 입력 기능
- 등지방두께 및 등심 깊이 측정 기능
- 측정된 값의 데이터 저장 및 영상 저장 기능

○ 회로 구성

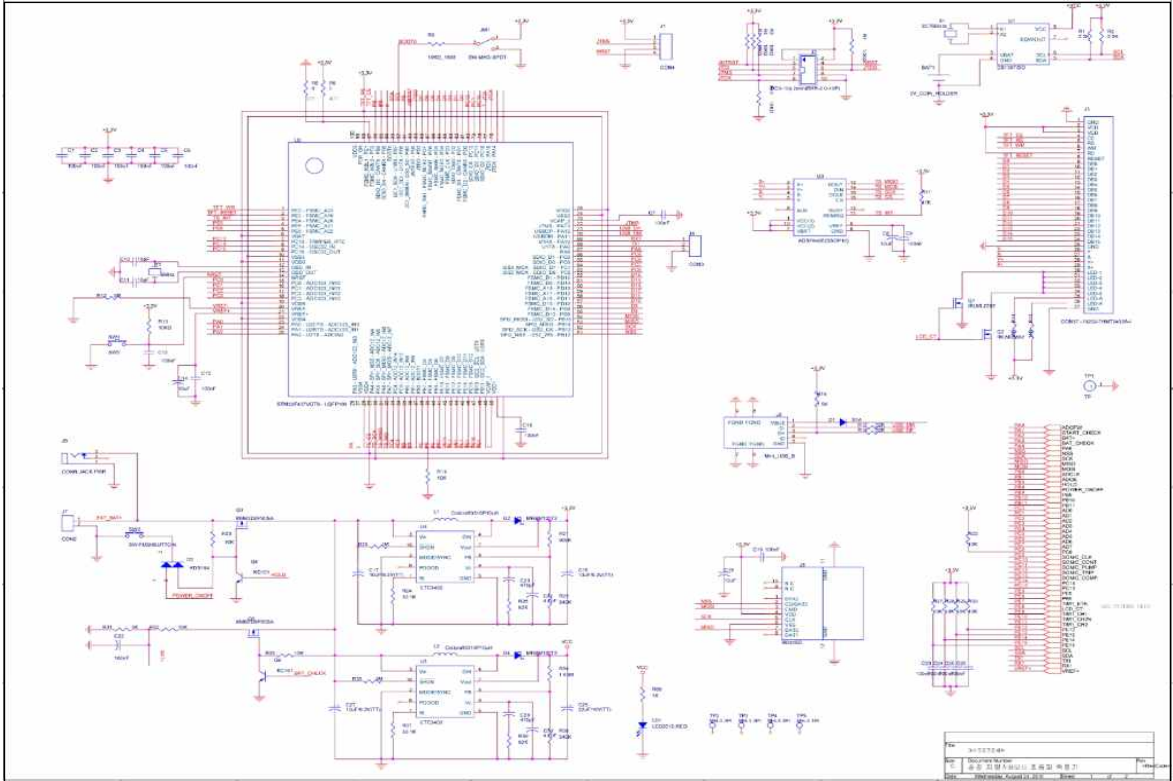


그림 3. 1차 시작품의 메인 회로도.

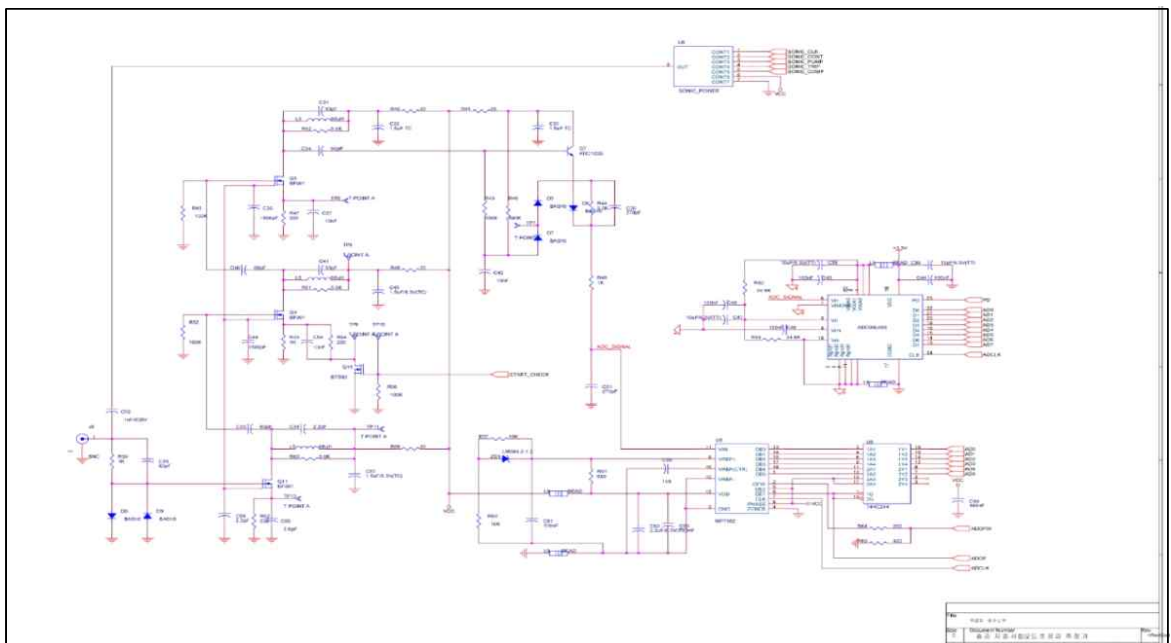


그림 4. 1차 시작품의 서브회로도.

○ PCB 제작



그림 5. 1차 시작품의 PCB 제작 사진.



그림 6. 1차 시작품의 서브 PCB 제작 사진.

○ 목업 제작

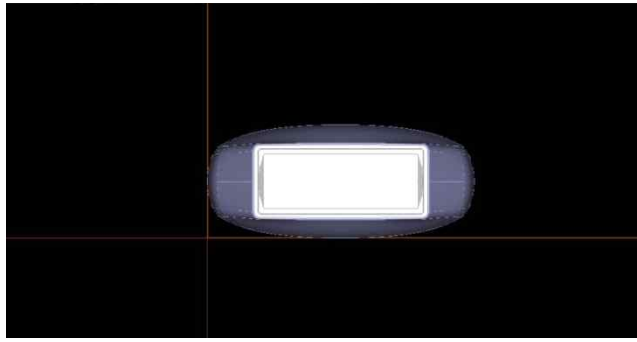


그림 7. 진동자 커버.

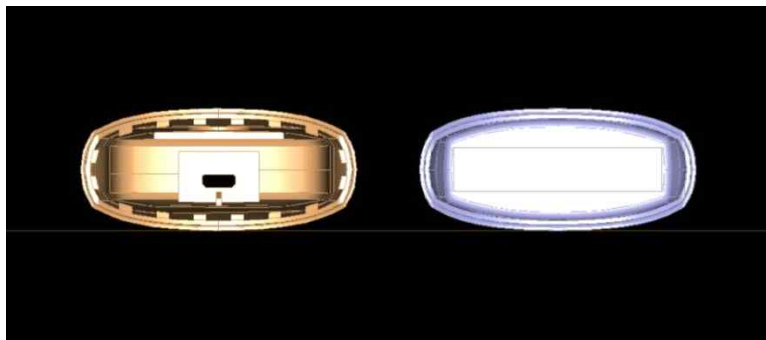


그림 8. 본체 하우징과 진동자 커버.

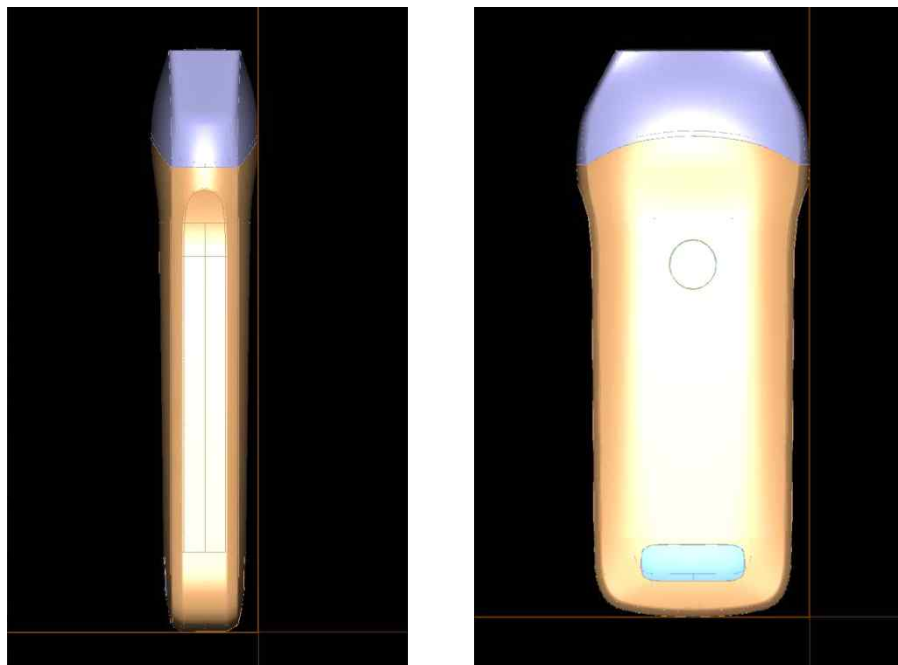


그림 9. B모드 무선 진단기 조립 3D도면.

○ 1차 시작품의 제작



그림 10. 목업 하우징과 PCB 사진.



그림 11. 완성된 1차 시작품의 사진.

2) 1차 시제품의 검증 결과

1차 시제품 검증 일정 및 결과는 다음 표와 같다.

<표 5> 1차 시제품 검증 일정 및 결과

검증차수	검증일	장소	비고
1	2016.11.22	영월생축장	42두 검증
2	2016.11.29	영월생축장	44두 검증
3	2016.12.01	영월생축장	58두 검증
4	2016.12.08	영월생축장	58두 검증

가) 1차 검증: 2016년 11월 1차 시제품의 제작을 완료하고 11월 22일 1세부 한국육류연구소 연구원팀과 평영정축협 현장 검증팀이 합류하여 1차 시제품의 검증 작업



그림 12. 1차 시제품 현장 검증 이미지.

▪ 1차 검증 결과

1차 검증에서는 초음파의 측정 깊이를 120mm에 놓고 게인(gain)을 104db로 세팅하여 거세우 42마리의 등지방 두께와 등심의 깊이를 측정 함. 등지방두께 측정은 선명하게 확인할 수 있었으나 등심의 깊이는 측정하기 어려움

나) 2차 검증: 11월 29일 1차 검증과 동일한 연구원들이 투입되어 동일한 방법으로 2차 검증 진행



그림 13. 1차 시작품의 2차 현장 검증 초음파 이미지.

▪ 2차 검증 결과

2차 검증에서는 초음파의 측정 깊이를 80mm에 놓고 게인을 104db로 세팅하여 거세우 44마리의 등지방 두께와 등심의 깊이를 측정 함. 등지방두께 측정은 선명하게 확인할 수 있었으나 등심의 깊이는 마블링이 형성되어 정확히 측정하기 어려움. 3차 측정부터는 평영정축협의 육질 초음파 진단기 혼다 제품을 활용하여 1차 시작품의 측정 이미지와 비교 테스트를 병행하기로 함

다) 3차 검증: 12월 01일 1,2차 검증과 동일한 연구원들이 투입되어 동일한 방법으로 측정

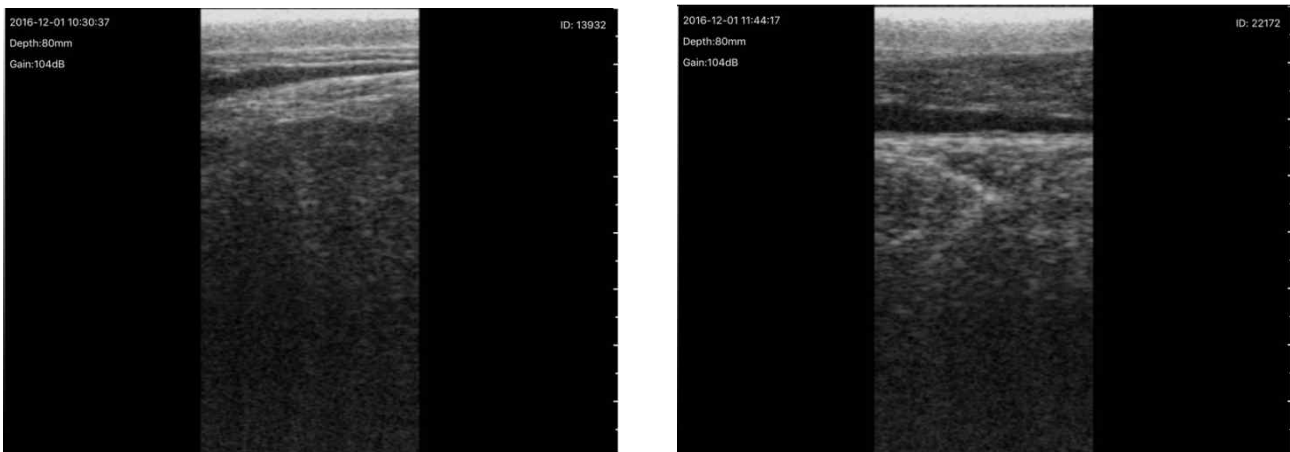


그림 14. 1차 시작품의 3차 현장 검증 초음파 이미지.

▪ 3차 검증 결과

1,2차 검증의 결과를 바탕으로 원시업의 켈리브레이션 기능을 추가하여 보다 선명한 이미지를 확인.

측정 조건은 초음파의 측정 깊이를 80mm에 놓고 게인을 104db로 세팅하여 거세우 마리의 등지방 두께와 등심의 깊이를 측정 함. 그러나 등심의 깊이 측정에 어려움이 있어 1차 시작품의 기존 주파수를 5.0MHz에서 3.5MHz로 변경하고 회로 수정 작업을 진행

라) 4차 검증: 12월 8일 동일한 연구원들이 투입되어 동일한 방법으로 초음파 측정



그림 15. 1차 시제품의 4차 현장 검증 초음파 이미지.

▪ 4차 검증 결과

변경된 주파수 3.5MHz에서 측정 깊이 80mm에 놓고 게인(gain)을 최대치인 104db로 세팅하여 12월 8일 거세우 48마리, 9일 58마리에 대한 등지방 두께와 등심의 깊이 측정. 최종 검증 결과 탐촉자의 길이가 50mm 인 점과 초음파 증폭비의 한계치가 비육이 잘된 거세우의 등심을 측정하기에는 무리가 있다고 결론짓고 2차 시제품에 대한 설계 방안 및 주요 변경 안에 대한 논의 결과 등심의 깊이 대신 너비를 측정할 수 있는 180mm 무선 초음파 제작으로 결정. 평영정축협에서 보유 중인 특허를 활용한 등지방두께 측정에 따른 출하시기 예측 프로그램은 간편 B-모드 초음파 진단기의 보급형 모델로 활용하기로 하고 2차 시제품은 전문가용 간편 B-Mode 초음파 진단기로 제작하기로 함

나. 2차년도: 간편 B-Mode 1차 시제품의 성능을 검증과 회의를 통해 1차 시제품 한계를 보완하기 위한 180mm 무선 시제품 개발

<세부 연구 목표>

1. 고주파 대역중 하나인 초음파를 이용하여 동물의 지방과 근육층을 구분하고 인식하여 지방의 두께를 측정하는 장비개발
2. CPU 기반으로 무선 탐촉자를 통하여 입력된 아날로그 값을 디지털 값으로 변환하여 연산 및 제어 후 내부 메모리에 저장하고 Wi-Fi를 이용하여 외부 통신 단말기와 연동하여 실시간 초음 파 영상 디스플레이 함
3. 제품구성
1차 시제품의 단점을 보완하고 등심의 넓이와 단면적 측정이 가능한 무선 프로브 개발에 초점
 - 탐촉자 길이는 18cm
 - 전원: 3.7V 4000mA LI-PO
 - DEPTH: 20Cm
 - Frequency 3.5MHz Linear Array를 탐촉자로 이용
 - 초기 모델은 아이패드와 연동되도록 iOS 원시앱 개발
4. 원시앱의 구성
 - 최종 안드로이드용 버전 6.0 이상에서 동작 가능한 APP개발 목표
 - 2차 시제품의 빠른 성능 검증을 위하여 iOS 용 임시 APP 개발
 - 영상 프리즈 및 동영상 저장 기능
 - 개체 기본 정보 입력 기능
 - 등지방두께 및 등심 깊이 측정 기능
 - 측정된 값의 데이터 저장 및 동영상, 이미지 저장 추가
 - 3차 시제품용 안드로이드 버전 6.0 의 APP 개발

1) 2차 시제품의 제작

○ 회로 구성

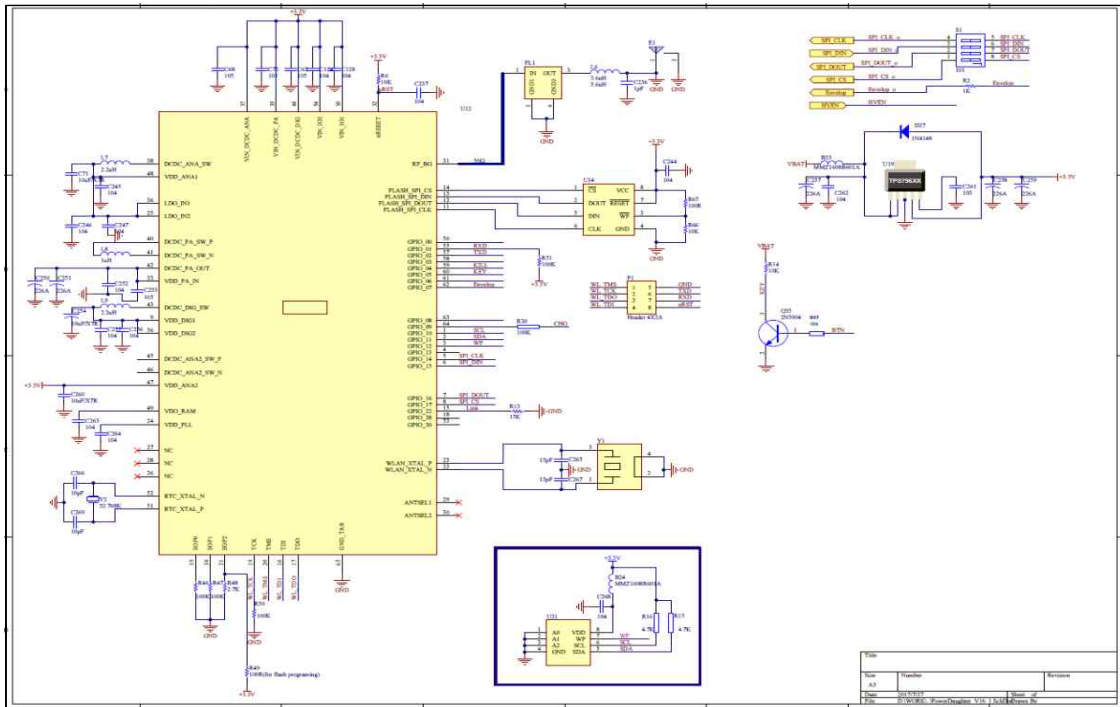


그림 16. 2차 시제품의 메인회로.

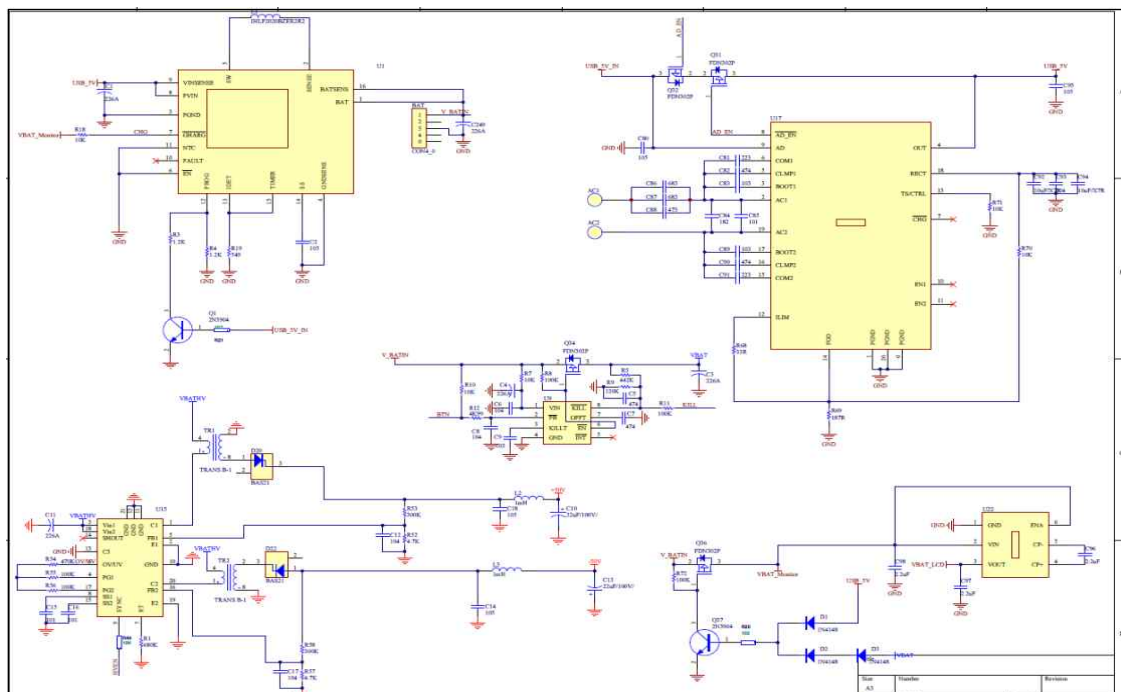


그림 17. 2차 시제품의 서브회로.

○ PCB 제작



그림 18. 2차 시제품의 메인PCB 제작 사진.



그림 19. 2차 시제품의 서브 PCB 제작 사진.

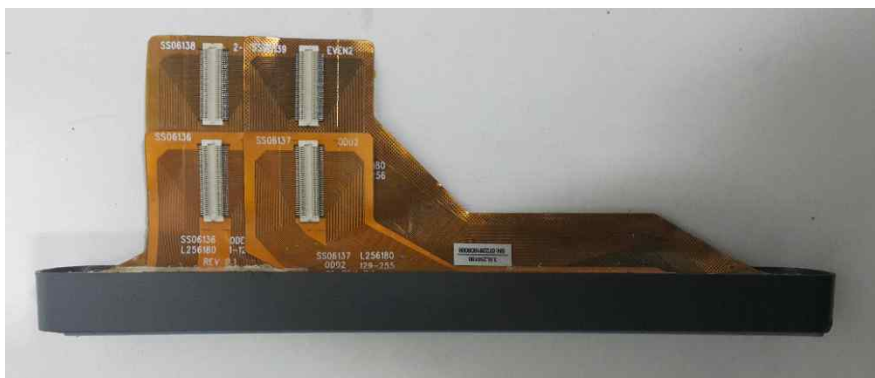


그림 20. 구입한 3.5MHz 180mm 탐촉자.

○ 목업의 제작



그림 21. 2차 시제품의 목업 3D 이미지.

○ 2차 시제품 내부 구성도 및 외부 구성도

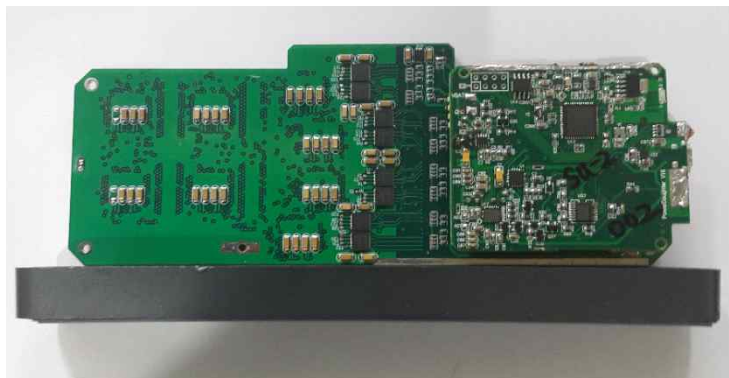


그림 22. 진동자와 PCB 연결 사진.



그림 23. 2차 시제품 사진.

2017년 2월 1세부와 1협동의 1차 시작품의 검증 결과를 피드백 받아 최종 2차 시제품의 개발을 완료하고 현장 검증을 위한 시제품 2대를 제작하여 1대는 1세부에 제출하였고 1대는 제품 업그레이드 및 연구용으로 활용.

가) 2차 시제품의 검증

<표 6> 2차 시제품의 검증일정 및 결과

검증차수	검증일	장소	비고
1	2017.02.21	영월생축장	86두
2	2017.03.10	한경대학교 부설 축산 시험장	30두
3	2017.05.31	임계생축장	115두
4	2017.07.21	조현웅 목장	100두

(1) 1차 검증: 2017년 2월 21일 1세부 한국육류연구소 연구팀과 평영정축협 현장 검증 팀이 합류하여 2차 시제품의 검증 작업 진행.

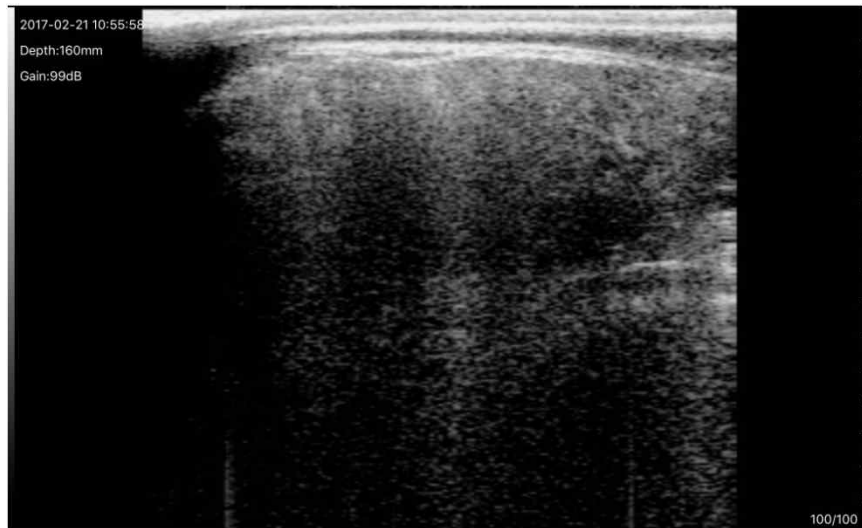


그림 24. 2차 시제품의 24개월령 비육우 초음파 측정 사진1.

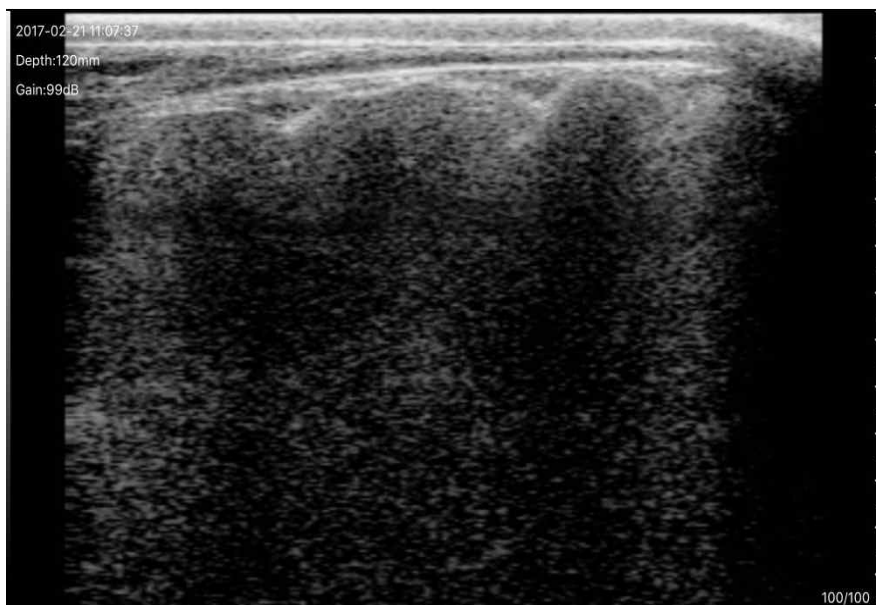


그림 25. 2차 시제품의 24개월령 비육우 초음파 측정 사진2.

▪ 1차 검증 결과

1차 시작품과 비교 시 전체적인 등지방 두께 및 형태의 육안 확인이 가능하였으며 전체적인 등심의 단면적 역시 확인 가능하였음. <그림 24>은 측정 깊이를 16cm에서 개인 99db로 측정하였고, <그림 25>은 측정 깊이 12cm에서 측정한 사진 임.

개체가 다르기 때문에 정확한 비교는 어렵지만 그림20에서는 등지방두께는 물론 등심의 단면적을 어렵듯하게 확인할 수 있음. <그림 25>에서는 등지방 두께나 지방의 형태는 정확하게 파악할 수 있지만 등심의 전체적인 단면적을 확인하는데 어려움이 있음. 1차 검증에서 확인된 개선 사항으로는 첫째, 1차 시작품보다 훨씬 이미지 확인이 편해졌지만 양쪽 끝에 보여 지는 검은 띠가 중요한 판단 위치를 가리고 있어 좀 더 높은 해상도가 필요함. 둘째, 동영상 확인할 경우 손쉽게 원하는 위치를 확인할 있어야 함. 셋째, 진단 시 영상 재생속도가 느려서 끊기는 느낌이 있으므로 실시간 모션 프리즈가 가능하도록 개선 필요

(2) 2차 검증: 2017년 3월 10일 1협동 단독으로 2차 시제품의 2차 검증 작업 진행
 안성 환경대학교 부설 축산 시험장에서 1차 검증 때 도출된 결과를 바탕으로 원시앱과 하드웨어를 수정, 업그레이드 하여 현장 검증 진행. 원시앱의 주요 기능 중 재생 속도를 기존 2.5fps에서 7.5fps로 향상 시키고 실시간 동영상 저장 및 프리즈 기능 추가 등에 주안점을 두고 진행

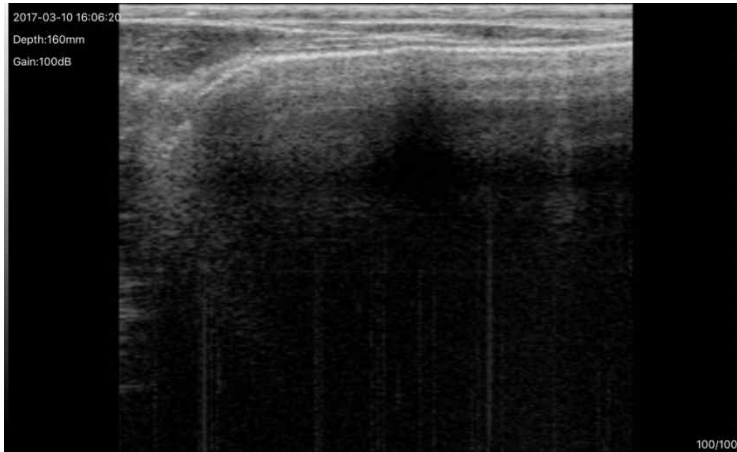


그림 26. 2차 시제품의 등지방두께 및 등심 단면적 촬영 이미지.

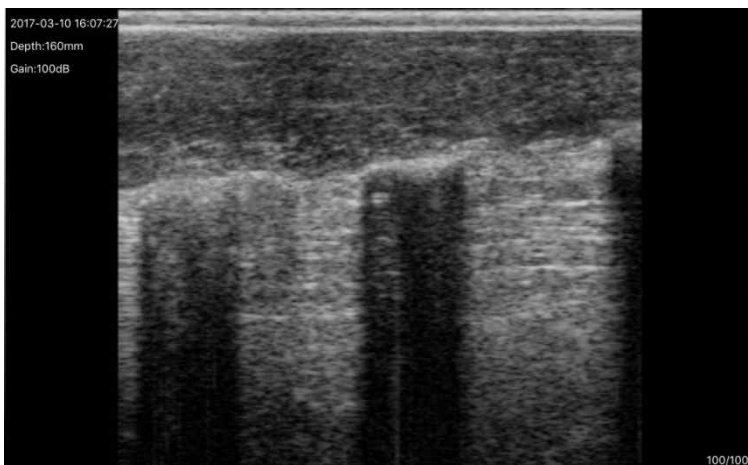


그림 27. 2차 시제품의 10번 갈비뼈 촬영 이미지.

▪ 2차 검증 결과

2차 검증에 사용된 2차 시제품은 첫째, 영상의 재생 속도를 기존 2.5fps에서 7.5fps로 업그레이드함으로써 끊김 없이 실시간 영상을 확인 가능. 둘째, 앱에서 동영상 확인하고 저장할 수 있는 기능 개선. 셋째, 진동자의 발진 주파수의 힘을 높여 좌우 측면에 나타나는 검은 띠를 나타나지 않고 선명하게 이미지를 확인할 수 있도록 개선. 검증 결과 탁월하게 개선된 이미지를 확인할 수 있었으나 10cm 이하 부분이 나타나지 않는 문제에 대하여 다시 개선해야 했음. 연구실에서 켈리브레이션 용으로 사용하는 팬텀이라는 장비에서는 19cm까지 선명하게 육안으로 이미지 확인이 가능하였지만 비육우의 마블링이 차 있는 상황에서는 반사파가 심해져서 깊은 곳까지 영상을 구현할 수 없었음

(3) 3차 검증: 2017년 5월 31일 1세부 한국육류연구소 연구팀과 평영정축협 현장 검증팀이 합류하여 2차 시제품의 검증 작업 진행

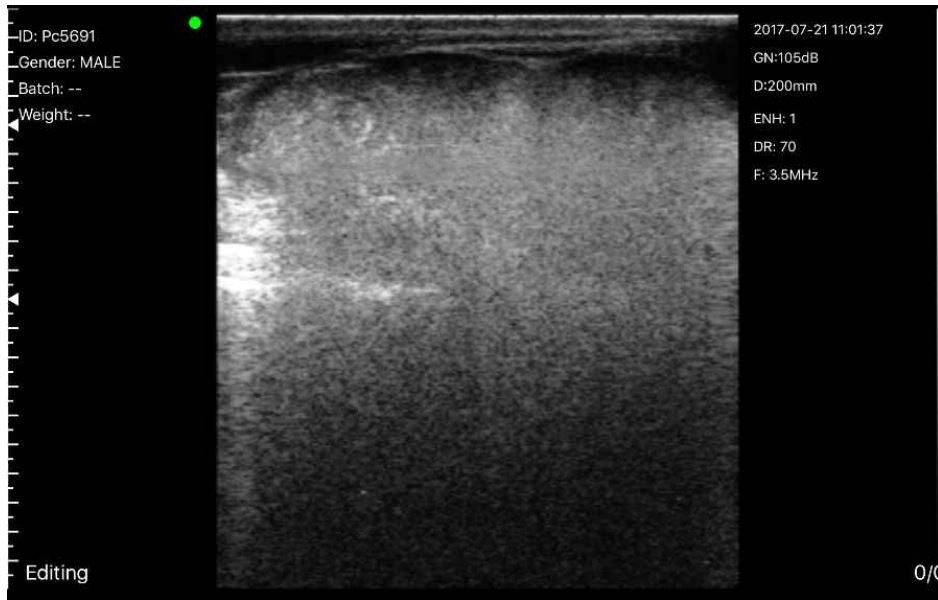


그림 28. 2차 시제품의 27개월령 비육우 등심 초음파 이미지

▪ 3차 검증 결과

1,2차 검증을 통하여 소프트웨어 및 하드웨어 업그레이드를 실시한 결과 전체적인 이미지 확인은 가능하였지만 등심단면적 산출의 중요 요인인 횡격막과 척추의 이미지가 검은 띠에 가려져 현장에서 적용하기 곤란하다는 판단으로 탐촉자 3.5MHz Linear Array를 고사양의 제품으로 구매하여 적용하기로 함

(4) 4차 검증: 2017년 7월 21일 1세부 한국육류연구소 연구팀과 평영정축협 현장 검증팀이 합류하여 3차 시제품의 검증 작업 진행

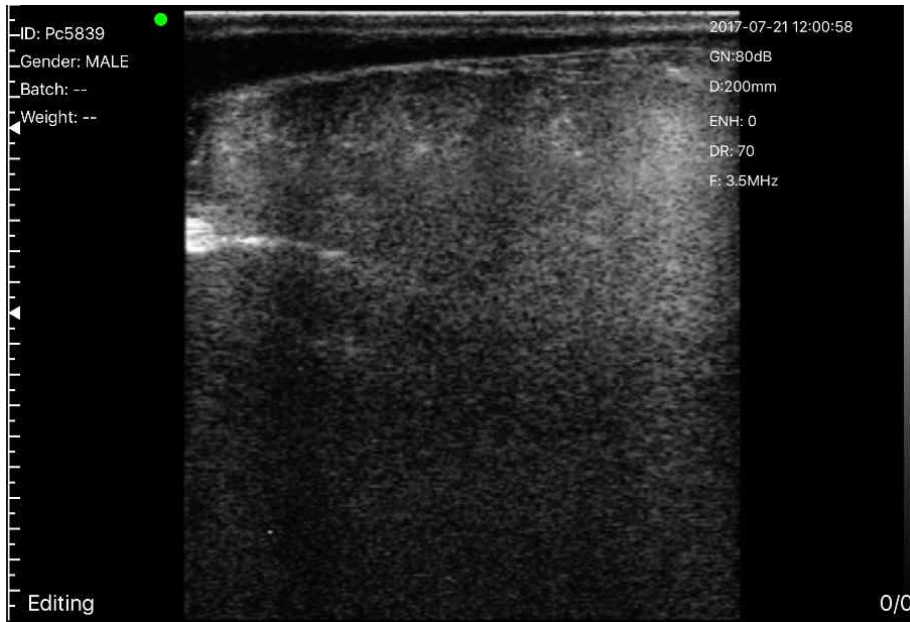


그림 29. 2차 시제품의 등심 초음파 이미지-1.

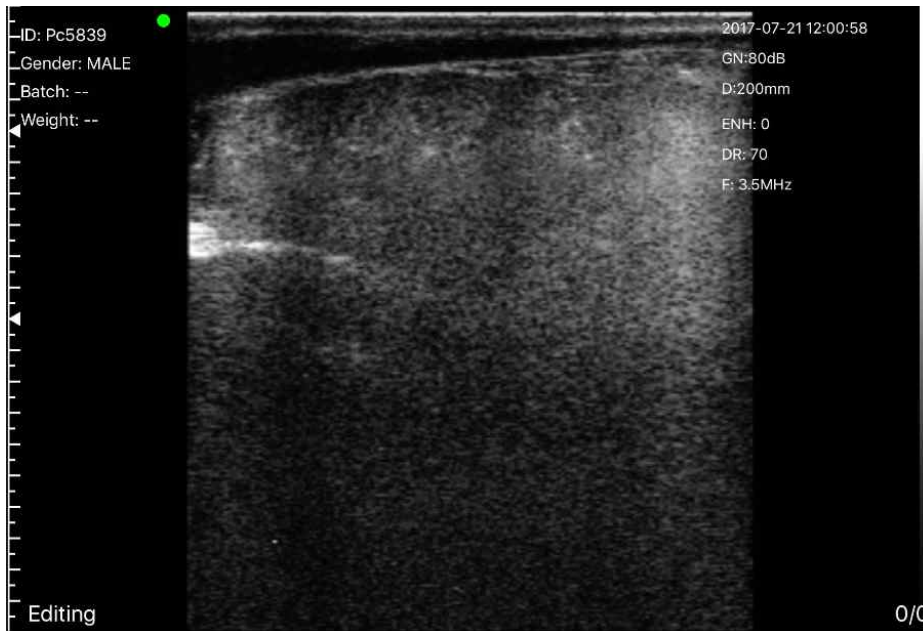


그림 30. 2차 시제품의 등심 초음파 이미지-2.

2차 시제품의 검증 과정을 통하여 다양한 방식의 업그레이드와 하드웨어 교체를 통하여 <그림 29>, <그림 30>과 같은 양호한 등심의 이미지를 구현할 수 있었음. 최종 수정안으로 원시업의 기능 개선 첫째 포커스포인트 추가, 둘째 다이내믹레인지 추가, 셋째 6단계의 세부 게인값 설정기능, 넷째 보정 기능 등을 추가하여 고해상도 구현에 성공 함

2) 최종 3차 시제품의 제작

○ 금형 제작



그림 31. 하우징 금형의 측면 사진.



그림 32. 하우징 금형 정면 사진.

○ 3차 시제품 제작 완료

1세부와 2협동의 비육우 500두에 대한 초음파 측정 결과와 검증 결과를 피드백을 받아 최종 시제품을 제작함



그림 33. 최종 시제품의 사진.



그림 34. 시제품과 안드로이드 APP의 연동 사진.

2차 시제품까지 활용되었던 iOS APP의 주요 기능과 설정을 바탕으로 android용 APP을 개발하여 삼성 갤럭시 탭에 설치하고 시범 테스트를 완료함

(가) 3차 시제품 검증

<표 7> 3차 시제품 검증일정 및 결과

검증차수	검증일	장소	비고
1	2017.11.01	부농산업 도축장	12두

(1) 1차 검증: 2017년 11월 1일 1세 연구원들과 함께 제천 부농산업 도축장에서 온도체에 대한 등심 단면적 측정으로 검증 진행

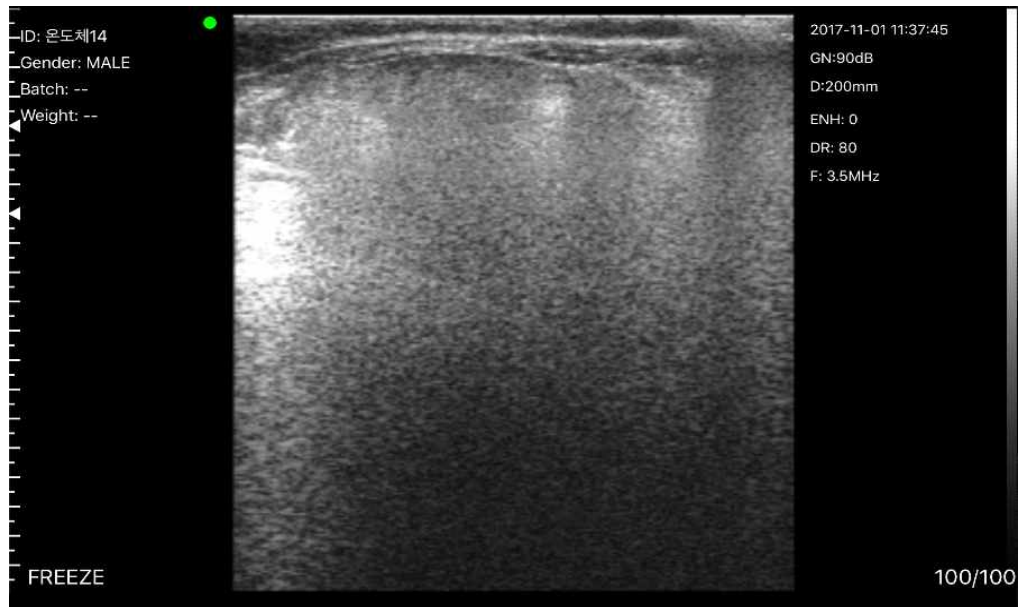


그림 35. 시제품의 온도체 등심 단면적 측정 사진.

• 3차 시제품 1차 검증 결과

측정 결과: 박피한 상태의 온도체에서는 표피를 제외한 등지방 두께를 확인할 수 있었으며 전체적인 등심의 형태를 육안으로 확인 가능하였음. 1,2,3차에 걸친 시제품의 업그레이드를 통하여 현장에 적용 가능한 간편 B-모드 무선 초음파 진단기 개발에 성공하였으며 명칭은 HUS-4 (Hanwoo Ultrasound Scanner)로 명명함. 또한 안드로이드용 어플리케이션은 Smart Hanwoo로 명명 함. 정식 앱과 호환 가능한 형태의 파일링과 포맷형식을 공유하고 서버에 구축된 분석 프로그램에서 활용이 가능하도록 이미지와 txt 파일로 데이터화 함

○ 3차 시제품용 최종 안드로이드용 원시 앱의 제작.



그림 36. Smart Hanwoo 아이콘 이미지.

최종 안드로이드용 HUS-4 앱의 수정 내용은 1세부 한국육류연구소 연구팀과 (주)씽크엠 연구진과의 회의를 통하여 아래와 같이 정리하였음. 크게 보면 <그림 36>의 전용 아이콘 제작, 정보 입력 기능 수정, 아웃풋 데이터 형식의 통일 등임

▪ 주요 수정 내용

HUS-4 에서 개체 입력한 결과를 영상파일과 동일한 파일명으로 확장자만 txt로 저장
동영상 파일은 MP4로 저장, 이미지 파일은 JPG로 저장.

파일명 규칙 : 측정시각 - 개체번호.확장자

<예시 > 측정시각: 2017년 11월 23일 날 12시 42분 39초, 개체번호 : 7470

영상파일 명: 20171123124239-7470.tif

데이터 파일 명: 20171123124239-7470.txt

- 데이터 저장 포맷

항목	이력번호	개체번호	성별	생체중	등지방두께	등심단면적	등심폭	우사	우방	측정시각
자리수	12	4	1	4	2	3	3	2	2	14

- 성별 : 1 (cow), 2 (bull), 3 (steer), 4 (heifer)

측정시각 포맷(YYYYMMDDHHMMSS): <예시> 2017년 11월 23일 날 12시 42분 39초
20171123124239

- 데이터 예시(47자리): 12309831838418381023812231123231220171123124239

- 저장 위치는 내파일 > 내장메모리 > SMART HANWOO 폴더.

3) 시제품 장착용 스탠드오프 제작

(가) 스탠드오프 제작

1세부와 협의를 거쳐 현장에 적용이 쉽고 소비자가 정확하게 측정하기 위해서 스탠드오프를 제작하기로 합의하여 기성품을 검색하여 HUS-4에 맞는 스탠드오프를 제작 함



그림 37. HUS-4 전용 스탠드오프 제작.



그림 38. 스탠드오프 장착한 HUS-4.

(나) 스탠드오프 검증

<표 8> 스탠드오프 검증일정 및 결과

검증차수	검증일	장소	비고
1	2017.11.22	영월생축장2군	89두

(1) 1차 검증: 2017년 11월 22일 1세부 연구원들과 함께 영월생축장에서 스탠드오프를 장착하여 검증 진행

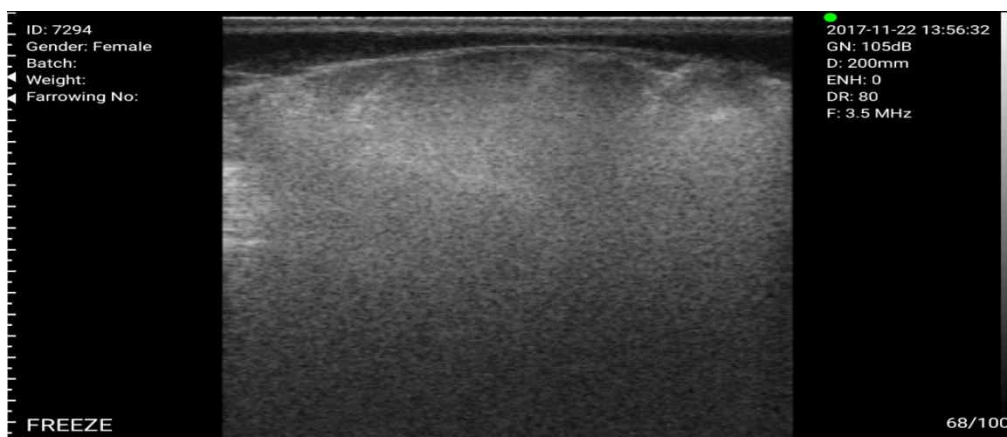


그림 39. 스탠드오프를 장착하지 않고 촬영한 등심 이미지.

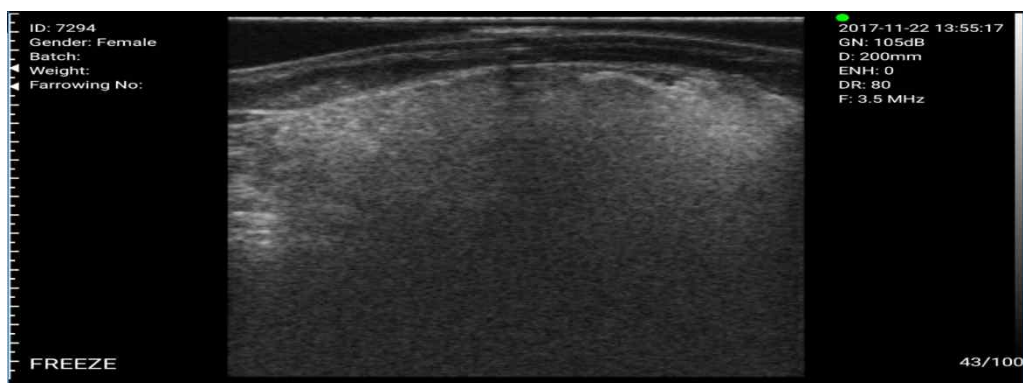


그림 40. 스탠드오프를 장착하고 촬영한 등심 이미지.

▪ 스탠드오프 1차 검증 결과

<그림 39>와 <그림 40>는 동일 개체에 대한 스탠드오프 탈부착 이미지로 스탠드오프를 장착하였을 때 등심 형태가 더 구분이 쉬었으며 등지방 두께도 고르게 나타남을 확인할 수 있었음. 다만 스탠드오프와 프로브를 연결할 경우 탐촉면과 프로브 사이에 충분한 초음파 젤을 도포하여 밀착을 시켜야 공기층이나 반사층이 발생하지 않는 이미지를 얻을 수 있었음

4) 국가공인기관 위탁 성능 검증

(가) 국립전파연구원 전파인증 진행

2017년 8월 30일 대한민국 전파법에 의거 국립전파연구원에 HUS-4의 방송통신기자재 적합성 평가를 접수하여 최종 10월 13일 전파인증을 획득하여 양산에 따른 시판이 가능해짐

B378-79D1-1016-4AB5

방송통신기자재등의 적합인증서 <i>Certificate of Broadcasting and Communication Equipments</i>	
상호 또는 성명 <i>Trade Name or Applicant</i>	주식회사 송강 지엘씨
기자재 명칭 <i>Equipment Name</i>	특정소출력 무선기기(무선데이터통신시스템용 무선기기)
기본모델명 <i>Basic Model Number</i>	HUS-4(한우출하적기초음파전단기)
파생모델명 <i>Series Model Number</i>	
인증번호 <i>Certification No.</i>	MSIP-CRM-g19-HUS-4
제조사/제조국가 <i>Manufacturer/ Country of Origin</i>	주식회사 송강 지엘씨 / 한국
인증연월일 <i>Date of Certification</i>	2017-10-13
기타 <i>Others</i>	
<p>위 기자재는 「전파법」 제58조의2 제2항에 따라 인증되었음을 증명합니다. It is verified that foregoing equipment has been certificated under the Clause 2, Article 58-2 of Radio Waves Act.</p> <p style="text-align: right;">2017년(Year) 10월(Month) 13일(Date)</p> <p style="text-align: center;">국립전파연구원장  Director General of National Radio Research Agency</p> <p style="text-align: center; color: red; font-size: small;">※ 인증 받은 방송통신기자재는 반드시 "적합성평가표시"를 부착하여 유통하여야 합니다. 위반시 과태료 처분 및 인증이 취소될 수 있습니다.</p>	



그림 41. 국립전파연구원 전파인증서.

(나) 한국기계전기전자시험 연구원 전자파 적합성 시험 (EMC) 진행

2017년 8월 16일 한국기계전기전자 시험 연구원에 HUS-4의 전자파적합성 시험을 의뢰하여
9월 15일 EMC 합격 시험성적서 획득

방송통신기자재등(전자파적합성) 시험성적서

- 1. 발급번호 : 제 무선 2017-00130E호
- 2. 접수일 : 2017년 08월 16일
- 3. 시험기간 : 2017년 08월 16일 ~ 2017년 09월 15일
- 4. 신청인(상호명) : 주식회사 송강 지엘씨
사업자등록번호 : 129-81-74364
대표자 성명 : 김명철
주소 : 경기도 성남시 중원 사기막골로 124 SK테크노파크 비즈동 415호
- 5. 기자재 명칭 / 모델명 : 특정소출력무선기기(무선데이터통신시스템용 무선기기)
/ HUS-4(한우출하적기초음파진단기)
- 6. 제조자 / 제조국가 : 주식회사 송강 지엘씨 / 한국
- 7. 시험결과 : 적합

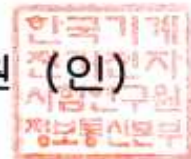
방송통신기자재등 시험기관의 지정 및 관리에 관한 고시 제13조의 규정에 의하여 시험성적서를 발급합니다.

2017년 09월 19일



(재)한국기계전기전자시험연구원 (인)

주소 : 경기도 군포시 흥인대로 27번길 22
전화번호 : 031-428-7356
팩스번호 : 031-427-8571



※ 인증 받은 방송통신기자재는 반드시 "적합성평가표시"를 부착하여 유통하여야 합니다.
위반 시 과태료 처분 및 인증이 취소될 수 있습니다.

본 시험성적서의 시험결과는 신청인이 제출한 시료에 한합니다.

그림 42. 전자파 적합성 (EMC) 평가 시험성적서.

2. 제1세부(한국육류연구소): 과비육 예방 출하시기 결정 ‘초음파 한우출하진단시스템’ 개발
 가. 1차년도: 알고리즘 구축을 위한 준비 작업 및 모바일 앱 개발 준비

<세부 연구 목표>

- 알고리즘 구축을 위한 준비작업 (1단계 데이터베이스 구축)
- ‘소도체 육량등급 예측 알고리즘’ 버전1.0 개발
- 출하진단시스템 구동 서버 구축 및 안드로이드계열 ‘모바일 앱’ 제작 (외부용역)

1) 기존 초음파영상 자료 분석을 통해서 초음파 프로브 제작 방향 수정

가) 평영정축협이 보유하고 있는 기존의 초음파영상 데이터 분석

평영정축협이 보유하고 있는 기존의 초음파영상 데이터(Honda HS-2000 측정, 5농가 247두 분)를 제공(2016.10.)받아 소 개체의 정보를 좀 더 쉽게 그리고 객관적으로 계량화할 수 있는 방법을 모색하였음.

- 이미지 계측분석 프로그램인 IMAX-PLUS(제조사: 아이앤지플러스, 서울)를 구입하여 초음파영상에서 등급판정부위에서의 등지방 두께와 그 밑에 보이는 등심근(배최장근)의 깊이(등심근 단면의 상단과 하단 간의 거리를 ‘등심깊이’라고 칭하고자함)를 계측하고자 하였음

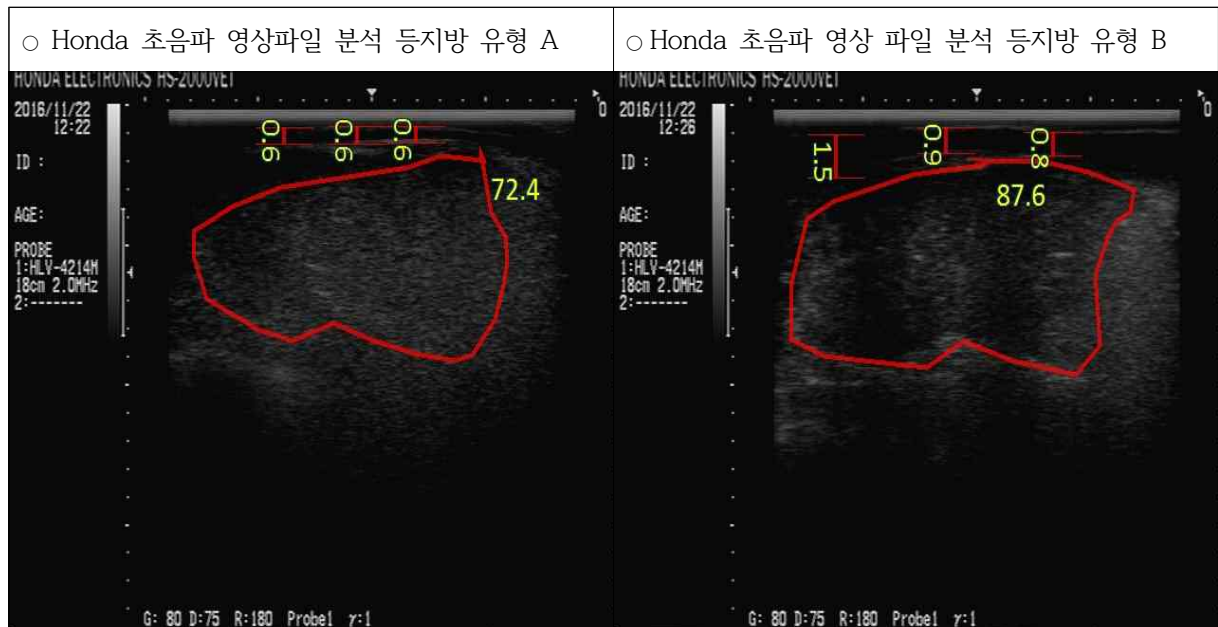


그림 43. 초음파영상으로부터 등지방두께와 등심단면적 계측 작업.

나) 초음파 프로브 제작 방향 수정

기존 초음파영상 분석 결과, 초음파영상에서 등심근 하단 경계가 명확하지 않고 모호해서 등심근의 깊이를 계측할 방법이 없었음

- ※ 소의 체중이 증가하면서 등지방층의 두께와 등심근의 크기가 증가하고 또한 등심근 내의 마블링(근내지방) 침착정도가 증가되어서, 초음파가 깊이 15cm 밑으로 내려가기가 쉽지 않았으므로, 등심근 하단경계선을 인식할 수 없었음

- 그러므로 등심깊이로부터 등심단면적을 추정할 수 있는 알고리즘을 개발하고자 하였던 당초의 계획을 수정하여 등심폭(좌단과 우단 경계 간의 거리)으로부터 등심단면적을 추정하는 방향으로 변경하였음

※ 당초계획은 폭 50mm Probe를 제작하고, 이 프로브로 정확한 위치(등급판정부위)에서 초음파영상을 촬영하고, 그 초음파영상으로부터 등지방두께와 등심깊이를 자동 계량하는 영상처리S/W를 개발하고, 얻어진 등지방두께와 등심깊이(등심단면적 추정계산) 그리고 생체중(도체중으로 환산)을 육량지수산식에 대입하여 해당 소의 육량지수 및 육량등급을 추정하는 것이었음

※ 당초 의도했던 등심깊이(상단과 하단 간의 거리) 대신에 등심폭(좌단과 우단 경계 간의 거리)을 계측하는 것이 보다 수월할 것으로 판단하고 초음파기기 제작팀인 제1협동(송강지엘씨)과 여러 차례 숙의한 끝에 제작 중인 50mm 프로브와는 별도로 180mm 프로브를 제작하는 것으로 초음파진단기 설계 자체를 변경하였음(2016.11.초)

2) 시험축 선정 및 측정시기 및 두수

시험축을 평영정축협이 보유하고 있는 5개 축군 (정선생축장, 위탁농가1, 영월생축장1군, 위탁농가2, 영월생축장2군)의 529두로 선정하였다. 시험축 529두에 대하여 초음파 측정을 3차례(1차: 22~24개월 령; 2차: 25~27개월 령; 3차: 29개월 령) 실시하였으며, 초음파 측정시기별 시험축의 개월 령은 <표 9>에 보이는 바와 같음

<표 9> 시험축 초음파 측정 시기별 월령

측정 장소	사육 두수 (두)	2016년		2017												2018	
		11월	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
정선 생축장	115	23 (월령)	24	25	26	27	28	29	30	출하							
위탁농가 1	100	21 (월령)	22	23	24	25	26	27	28	29	30	출하					
영월생축장 1군	86	20 (월령)	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	출하				
위탁농가 2	139	19 (월령)	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	출하			
영월생축장 2군	89	17 (월령)	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	출하
합계	529																

시험축 529두에 대한 초음파 측정 건수는 총 1,590건이며 측정시기별 측정 건수는 <표 10>에 보이는 바와 같음

<표 10> 시험축 초음파 측정시기별 측정 두수

측정 장소	측정 건수 (건)	2016년		2017												2018	
		11월	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
정선 생축장	343		116			114		113		출 하							
위탁농가 1	284					91		96		97		출 하					
영월생축장 1군	284	42			86			78			78		출 하				
위탁농가 2	417						139		139			139		출 하			
영월생축장 2군	262						88			85				89			출 하
합계	1,590																

나. 2차년도: 소도체 육량등급 예측 알고리즘 구축 및 모바일 앱 개발

<세부 연구 목표>

- 알고리즘 구축을 위한 준비작업 (1단계 데이터베이스 구축)
- ‘소도체 육량등급 예측 알고리즘’ 버전1.0 개발
- 출하진단시스템 구동 서버 구축 및 안드로이드계열 ‘모바일 앱’ 제작 (외부용역)

1) 한우 거세우에 대한 초음파 측정결과로부터 육량등급을 계산하는 알고리즘 개발 설계 초음파영상으로부터 얻어진 계측값으로부터 소도체 육량등급을 계산하는 알고리즘 구현하는 방식은 <그림 44>에 보이는 바와 같음

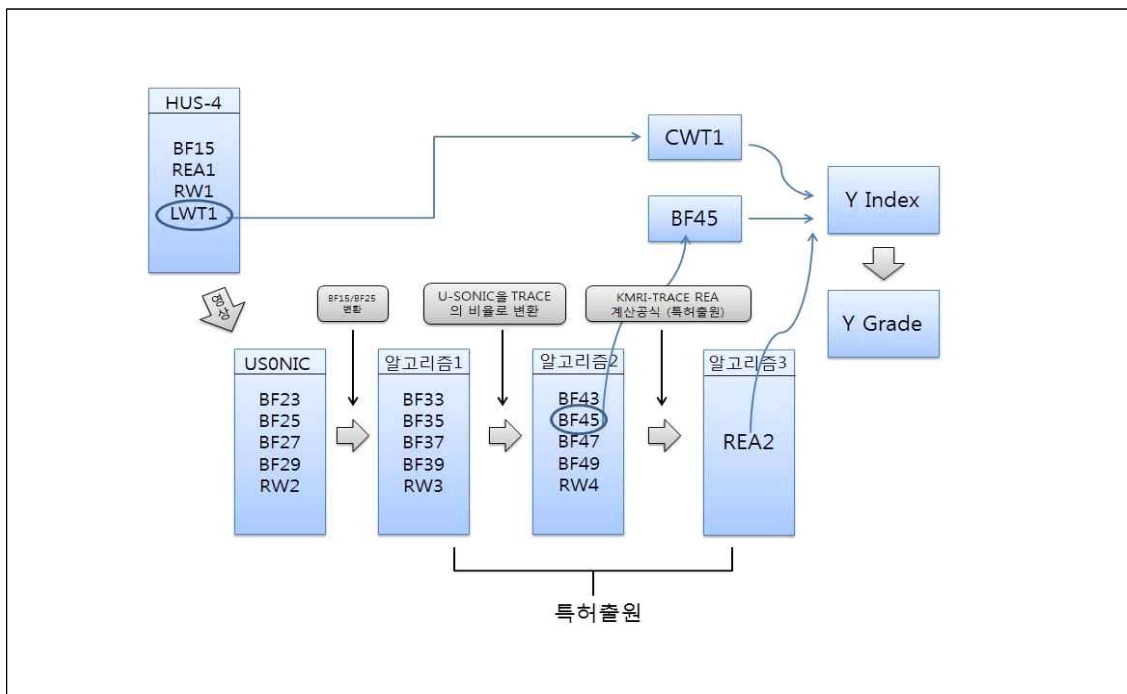


그림 44. 육량등급 계산 알고리즘 구현 흐름도.

알고리즘 구현방식을 단계별로 설명하면 다음과 같음

- ① 한우 거세우에 대하여 초음파 프로브(HUS-4)로 소도체 등급판정부위인 마지막 흉추와 제1요추 사이에서 배최장근(이하 등심근이라 함)의 중앙을 겨냥하여 초음파진단을 실시하면, 등지방두께, 등심단면적과 등심근직경을 비롯한 계측값(BF15, REA1, RW1 등)이 text파일로 생성되고 동시에 초음파영상이 jpg파일로 저장됨
- ② 저장되는 jpg파일의 초음파영상을 본 연구에서 개발한 KMRI-USONIC 계측프로그램을 이용하여 등지방두께(BF23, BF25, BF27, BF29)과 등심근직경(RW2) 값을 계측함.
- ③ 2단계 보정을 거쳐 BF4 시리즈의 계측값(BF43, BF45, BF47, BF49, RW4)을 구함.
- ④ BF4 시리즈의 계측값(BF43, BF45, BF47, BF49, RW4)을 특허출원 중인 “REA2 추정공식”에 대입하여 등심단면적(REA2)을 구하고, 이미 구한 BF45(등급판정시 측정하는 등지방두께와 일치)와 도체중)생체중에 도체율(0.59)를 곱해 얻음) 등을 ‘소도체 육량지수산식’에 대입하여 육량지수를 구하고 이로부터 육량등급을 부여함

2) 소도체 육량등급 예측 알고리즘 구축 단계별 설명

< 상황 >

- ◆ 초음파영상에서 등지방두께와 등심폭을 자동 계측하는 소프트웨어 개발 선행 필요
 - 초음파 영상 이미지의 특성으로 인하여 등심근 외곽선의 자동식별은 ‘현재’로는 불가능하다는 것이 업계의 정설임
 - 그림에도 불구하고, 초음파영상에서 등심폭을 결정할 수 있는 두 개의 꼭짓점을 등심근의 좌측과 우측에서 찾는 소프트웨어를 개발하고자 하였음
 - 동시에 등급판정부위의 등지방두께 뿐만 아니라, 전체 등지방층의 여러 군데에서의 등지방 두께를 자동 측정하고자 하였음

[1단계] 초음파 영상에서 등지방층의 두께 자동 계측 기능 구현

- 등지방층 상단과 하단 경계에서 각 11개의 위치에서 등지방두께를 계측하고 각각을 US21, US22, BF23, US24, BF25, US26, BF27, US28, BF29, US10, US11이라고 명명하였음

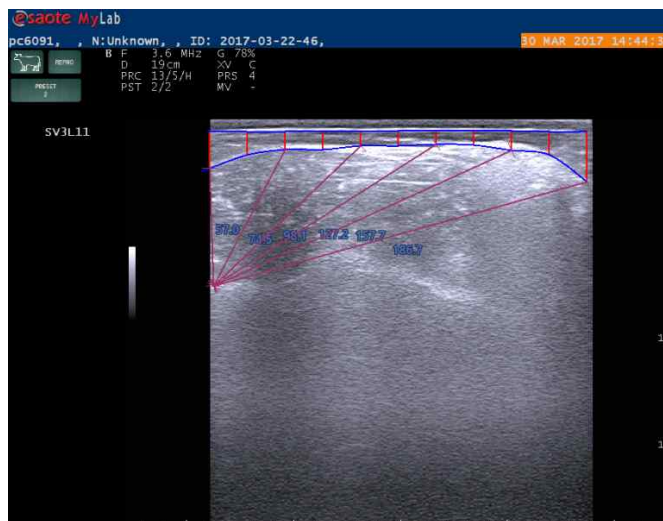


그림 45. 등지방층의 두께 11곳 자동계측 구현.

[2단계] 초음파 영상에서 등심폭(횡단축의 거리) 자동 계측 기능 구현

- 초음파영상에서 등심폭을 측정하기 위해서는 좌측하단의 꼭짓점과 우측상단의 꼭짓점을 연결하고자 하였음
- 우측상단의 꼭짓점은 <그림 45>에서의 11번째 등지방두께 하단으로 하였다. 그러나 좌측하단 꼭짓점으로는 <그림 46>에서의 1, 2, 3 중에서 선택하여야 했는데, 그 선택의 근거가 필요했음



그림 46. 초음파 영상에서 중요 식별 포인트.

- 소 생체 초음파에서 숨을 내쉴 때와 숨을 들이쉴 때의 등심근 좌단의 길이를 재어 본 결과 <그림 47>, 두 경우에 길이가 같았음

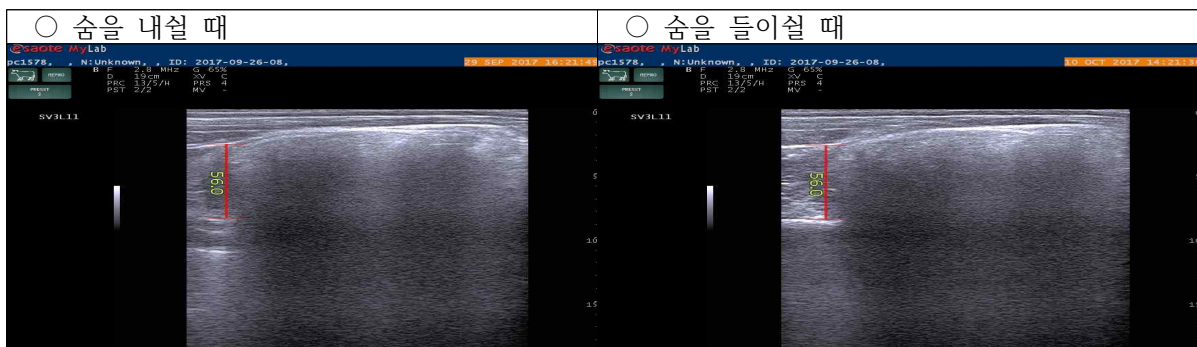


그림 47. 숨을 내쉴 때와 들이쉴 때의 초음파 영상 비교.

- 그런 이유로 <그림 48>의 1을 등심근 좌측 하단 꼭짓점으로 잡았음

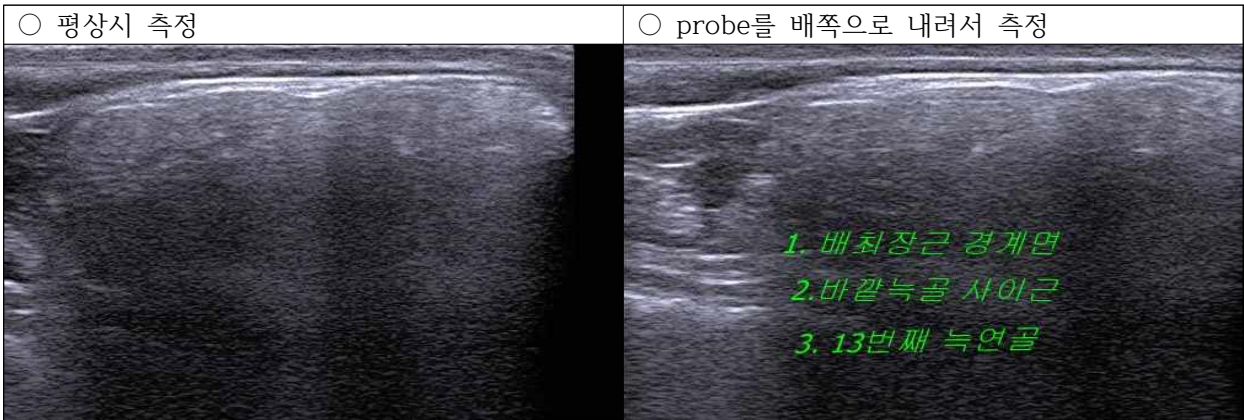


그림 48. 프로브 위치를 달리한 초음파 영상 비교.

- 등심근 좌측하단 꼭짓점으로부터 등지방층 하단 1번, 3번, 5번, 7번, 9번 그리고 11번째 간의 거리를 계측하고 각각을 US12, US13, US14, US15, RW2, US17이라고 명명하였음 <그림 49>

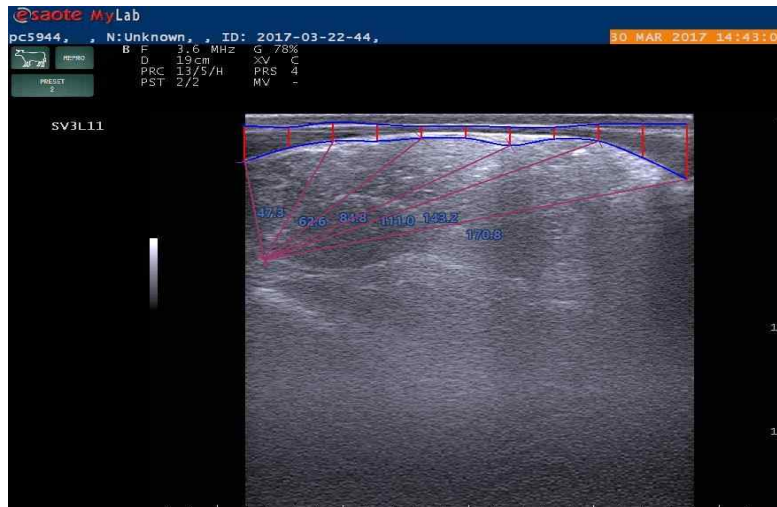


그림 49. AOI 지정을 통한 등심폭(횡단축의 거리) 자동계측 구현.

[

3단계] 등심근 단면 특징 조사

소의 초음파영상에서 배최장근의 우측 경계와 하단우측의 경계가 식별이 되지 않으므로, 실제 배최장근의 단면의 유형을 조사하기 위하여 시험축이 도축되어 예·냉실에 현수되어있을 때, 좌반도체 배최장근 절개면에 OHP 필름(1cm x 1cm 격자 인쇄)을 올려놓고 <그림 50>에 보이는 바와 같이 등지방층의 상단과 하단 경계 그리고 배최장근 단면의 경계를 유성펜으로 따라 그렸음(이를 트레이싱(tracing)이라 명명함).

- 이 트레이싱 그림에 다시 색깔 입히는 작업(그림 2-9의 C)을 하였다(이를 드로잉(drawing)이라 명명함).

<그림 50>에 묘사되고 <표 11>에 언급된 바와 같은 요령으로 배최장근의 횡축(L-M-N-O)의 거리를 측정하고 RW(Ribeye Width)3이라고 명명하였으며, 그 횡축을 3등분한 지점과 등지방층 상단에 직각되는 점을 찾아 연결하여 4개의 종축의 길이(A-E), (B-F), (C-G), (D-H)를 측정하고 이를 각각 BF33, BF35, BF37, BF39라고 명명하였음

그리고 등심근의 면적(I-J-K-O-R-Q-L-I를 잇는 원의 면적)과 여러 특징을 측정하였으며, 여기에서 구한 등심근 단면적을 REA(Ribeye Area)3라고 명명하였음

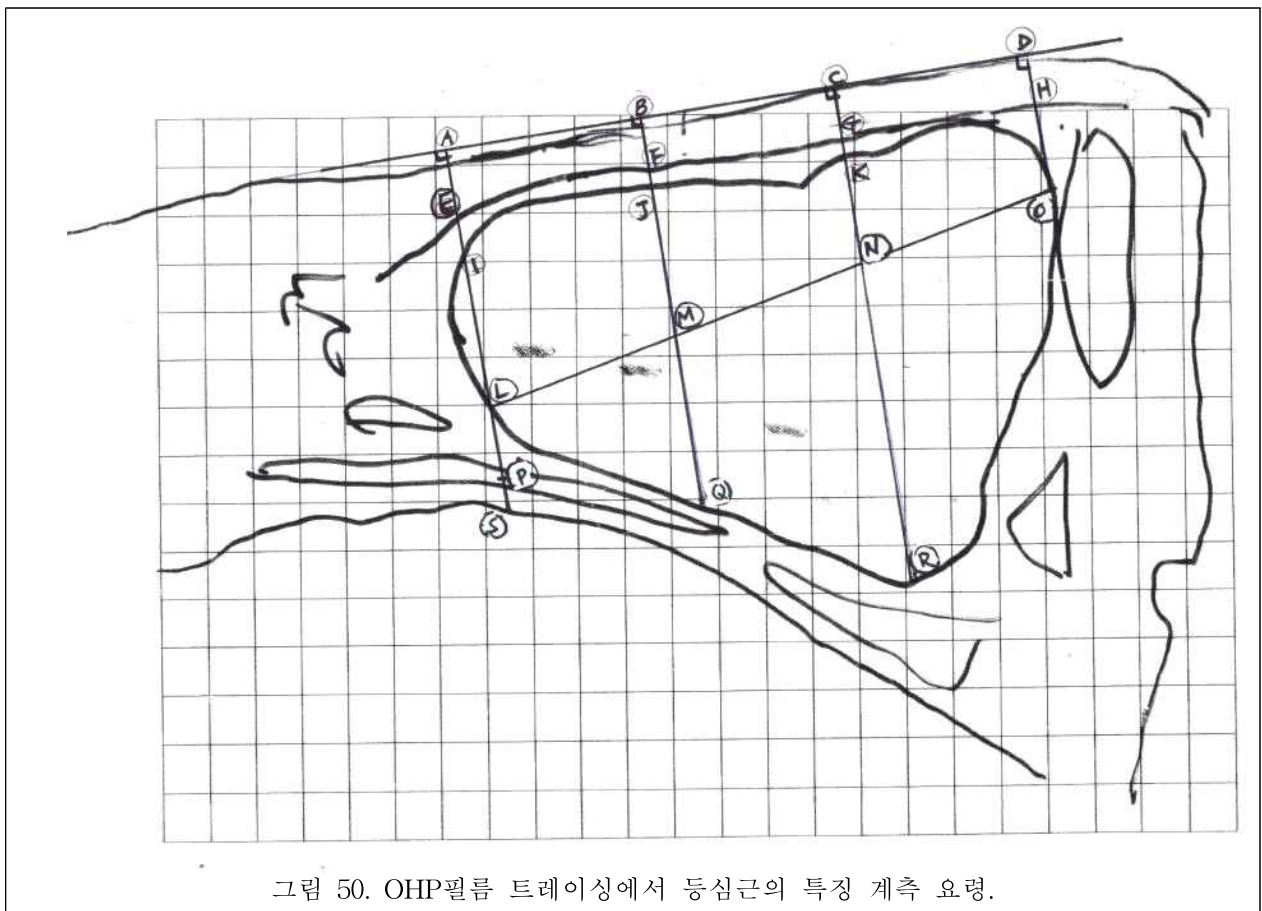


그림 50. OHP필름 트레이싱에서 등심근의 특징 측정 요령.

<표 11> 등심근 트레이싱에서의 데이터 수집 요령

□ 소도체 배최장근에서 특징 요소 측정 요령

- 1) A-B-C-D는 직선(빨간색)으로서 '등지방층 상단'인데, 원래 등심 트레이싱에서는 울퉁불퉁하지만, 임의적으로 직선으로 만듦
- 2) L-M-N-O는 직선(청색)으로서 '배최장근의 장축'인데, M점과 N점은 L-O선의 1/3, 2/3되는 지점을 각각 말함
- 3) A-L선, B-M선, C-N선, D-O선은 각각 A-B-C-D선과 직각임
- 4) E-F-G-H선은 <등지방층 하단> 인데, 직선이 아님
- 5) I점, J점, K점은 배최장근의 상단 경계선 위의 점으로서 A-L선, B-M선, C-N선에 서의 중간점임
- 6) A-L선의 연장선 상에 P와 S가 있는데, P는 바깥늑골사이근의 중간지점이고 S는 횡 경막과의 접점임

□ 소도체 배최장근 특징 데이터 설명

- 1) L-O 거리 (등심근 직경)
- 2) A-S 선 상에서 A-E, E-I, I-L, L-P, P-S의 거리
- 3) B-Q 선 상에서 B-F, F-J, J-M, M-Q의 거리
- 4) C-R 선 상에서 C-G, G-K, K-N, N-R의 거리
- 5) D-O 선 상에서 D-H, H-O의 거리
- 6) I-J-K-O-R-Q-L-I를 잇는 원의 면적 (등심단면적)

시험축이 출하되어 도축되면 등급판정 받을 때에 등급판정부위에 OHP필름을 올려놓고 등지방층과 등심단면의 모양을 트레이싱 하였는데, 시험축 430두의 출하일자별 출하두수 및 해당 도축장은 <표 12>와 같음

<표 12> 시험축 출하일자별 출하두수 및 해당 도축장명

농가	출하일(등급판정일)	출하두수	해당 도축장
A: 정선생축장	2017-06-09	7	부천축공
	2017-06-27	8	부천축공
	2017-07-11	8	부천축공
	2017-07-13	4	음성축공
	2017-07-18	3	음성축공
	2017-07-18	16	평창기업
	2017-07-20	14	평창기업
	2017-07-25	16	평창기업
	2017-07-26	24	평창기업
	2017-07-27	13	평창기업
	12회	113	
	B: 위탁농가 1	2017-04-06	1
2017-09-14		16	평창기업
2017-09-15		16	평창기업
2017-09-19		16	평창기업
2017-09-20		7	평창기업
2017-09-21		27	평창기업
2017-09-22		16	평창기업
7회		99	
C: 영월생축장1	2017-10-11	16	평창기업
	2017-10-13	16	평창기업
	2017-10-14	5	부천축공
	2017-10-17	16	평창기업
	2017-10-18	16	평창기업
	2017-10-24	13	평창기업
	6회	82	
D: 위탁농가 2	2017-10-31	8	부천축공
	2017-10-31	16	평창기업
	2017-11-01	16	평창기업
	2017-11-03	17	부천축공
	2017-11-07	16	평창기업
	2017-11-08	16	평창기업
	2017-11-09	18	부천축공
	2017-11-10	7	음성축공
	2017-11-10	8	부천축공
	2017-11-14	5	부천축공
	2017-11-14	4	음성축공
	2017-11-15	5	부천축공
12회	136		
전체	37회	430	

시험축 430두 중에서 390두에 대하여 드로잉 할 수 있었는데, 드로잉에서 구한 등지방층과 등심근에 대한 특징을 데이터베이스하기 위해서 아이앤지플러스에 의뢰하여 제작한 KMRI-TRACE 소프트웨어를 이용하여 <표 11>에서 언급한 데이터를 수집하였음

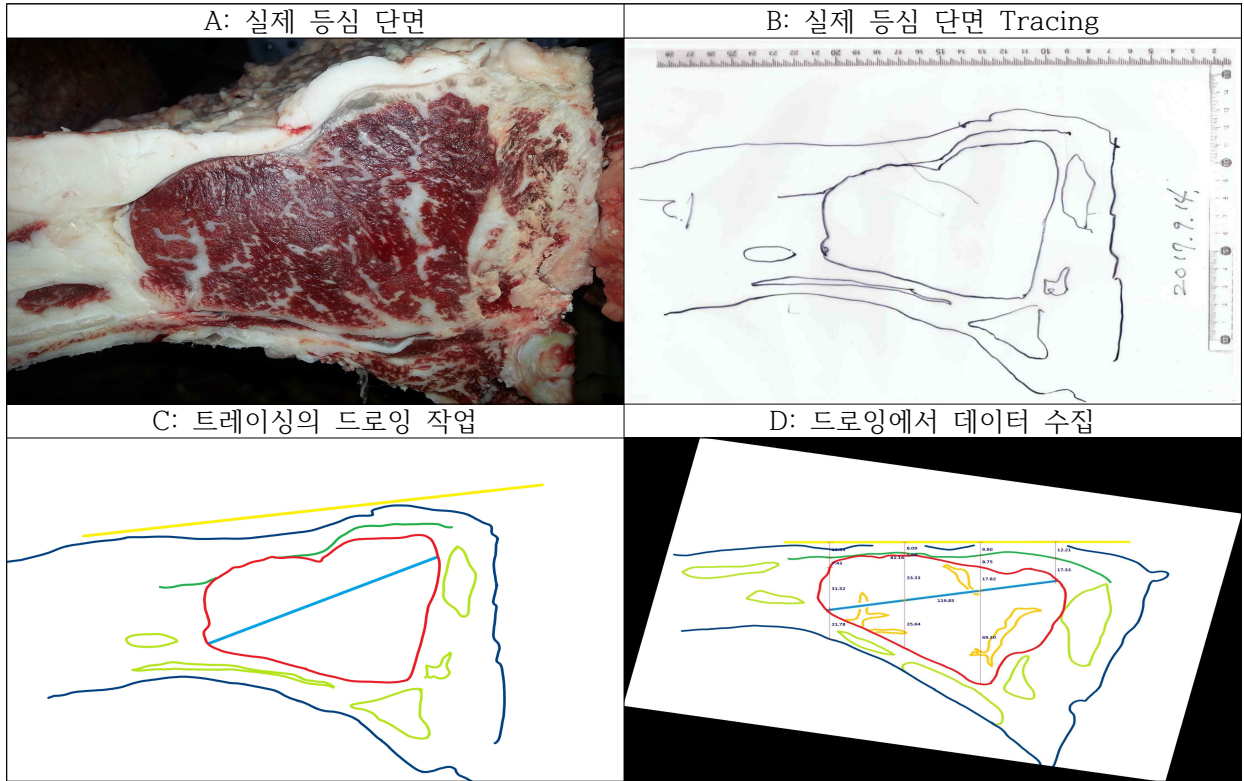


그림 51. 소도체 등급판정부위에서 데이터 수집 공정.

<그림 44>와 <그림 45>에서의 BF25, BF35, BF45는 <그림 50>에서의 ㉔-㉞과 동일한 위치이고 <그림 50>에서의 ㉔-㉞는 그림52에서 보는 바와 같이 등급판정에서의 등지방두께 측정위치와 거의 동일하기 때문에 BF45를 등급판정에서의 등지방두께로 간주하고자 하였음

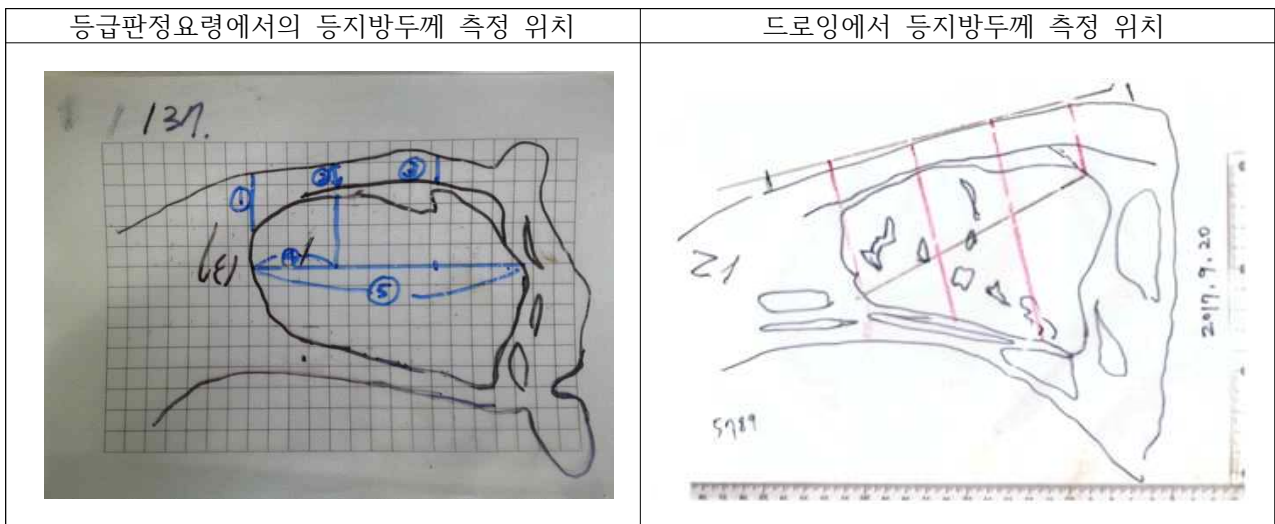


그림 52. 드로잉에서 등지방두께 측정 위치 선정에 대한 논리적 근거.

[4단계] 등심단면적 추정 알고리즘 개발

등심근 드로잉에서 계측한 데이터베이스에서 4개의 등지방두께 (BF33, BF35, BF37, BF39)와 등심직경(RW3)을 독립변수로 하고 등심단면적(REA3)을 종속변수로 하는 등심단면적 추정 공식을 구하고자 하였다. 그러나 R-Square가 0.17에 불과하였음

<표 13> 등심근 드로잉 계측값 전체(360두분)로부터 구한 REA3추정공식의 분산분석표

Model: REA3=RW3 BF33 BF35 BF37 BF39를 기본으로 한 5차항 공식					
Dependent Variable: REA3					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	55	431220.542	7840.373	1.14	0.2427
Error	304	2086924.405	6864.883		
Corrected Total	359	2518144.947			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Y Mean
0.171245	82.19044	82.85459	100.8081

등심단면적 추정공식의 정확성(R-Square)을 높이기 위해서 등심직경(RW3)의 길고 짧음을 기준으로 5개 그룹(RW_GROUP1~RW_GROUP5)으로 나누어서 각 그룹에 대한 등심단면적 추정공식을 구하였음

그리고 연산을 용이하게 하기 위하여 Response Surface Regression으로 코드화 값(Coding Coefficients: subtracted-off, divided-by)을 구한 다음 회기분석을 실시한 결과, 각 RW_GROUP 별 REA 추정공식의 R-Square 값은 0.5567~0.7920 으로 상승하였음

<표 14> RW_GROUP 별 RW3 범위 및 추정공식 R-Square

구분	RW3 범위	두수	R-Square
RW_GROUP 1	97.5≤RW3<115.0	64	0.7157
RW_GROUP 2	115.0≤RW3<121.7	80	0.7093
RW_GROUP 3	121.7≤RW3<126.2	73	0.6839
RW_GROUP 4	126.2≤RW3<131.8	72	0.5567
RW_GROUP 5	131.8≤RW3<156.8	71	0.7920
전체	97.5≤RW3<156.8	360	

RW3의 5개 그룹별 등심단면적(REA) 추정 공식은 다음과 같음

[RW_GROUP 1]

$$S_1 = (RW3 - 105.1)/9.6$$

$$S_2 = (BF33 - 27)/18.6$$

$$S_3 = (BF35 - 28.65)/19.15$$

$$S_4 = (BF37 - 26.4)/17.8$$

$$S_5 = (BF39 - 30.05)/17.25$$

$$\begin{aligned}
 REA = & b_0 + b_1S_1 + b_2S_2 + b_3S_3 + b_4S_4 + b_5S_5 + b_6S_1^2 + b_7S_2^2 + b_8S_3^2 + b_9S_4^2 + b_{10}S_5^2 + b_{11}S_1^3 \\
 & + b_{12}S_2^3 + b_{13}S_3^3 + b_{14}S_4^3 + b_{15}S_5^3 + b_{16}S_1^4 + b_{17}S_2^4 + b_{18}S_3^4 + b_{19}S_4^4 + b_{20}S_5^4 + b_{21}S_1S_2 + b_{22}S_1S_3 \\
 & + b_{23}S_1S_4 + b_{24}S_1S_5 + b_{25}S_2S_3 + b_{26}S_2S_4 + b_{27}S_2S_5 + b_{28}S_3S_4 + b_{29}S_3S_5 + b_{30}S_4S_5 \\
 & + b_{31}S_1S_2S_3 + b_{32}S_1S_2S_4 + b_{33}S_1S_2S_5 + b_{34}S_1S_3S_4 + b_{35}S_1S_3S_5 + b_{36}S_1S_4S_5 + b_{37}S_2S_3S_4 \\
 & + b_{38}S_2S_3S_5 + b_{39}S_2S_4S_5 + b_{40}S_3S_4S_5 + b_{41}S_1S_2S_3S_4 + b_{42}S_1S_2S_3S_5 + b_{43}S_1S_2S_4S_5 \\
 & + b_{44}S_1S_3S_4S_5 + b_{45}S_2S_3S_4S_5 + b_{46}S_1S_2S_3S_4S_5
 \end{aligned}$$

※ 등심단면적(REA) 추정 공식은 현재 특허출원 중이어서 절편 및 계수는 표기하지 않았음

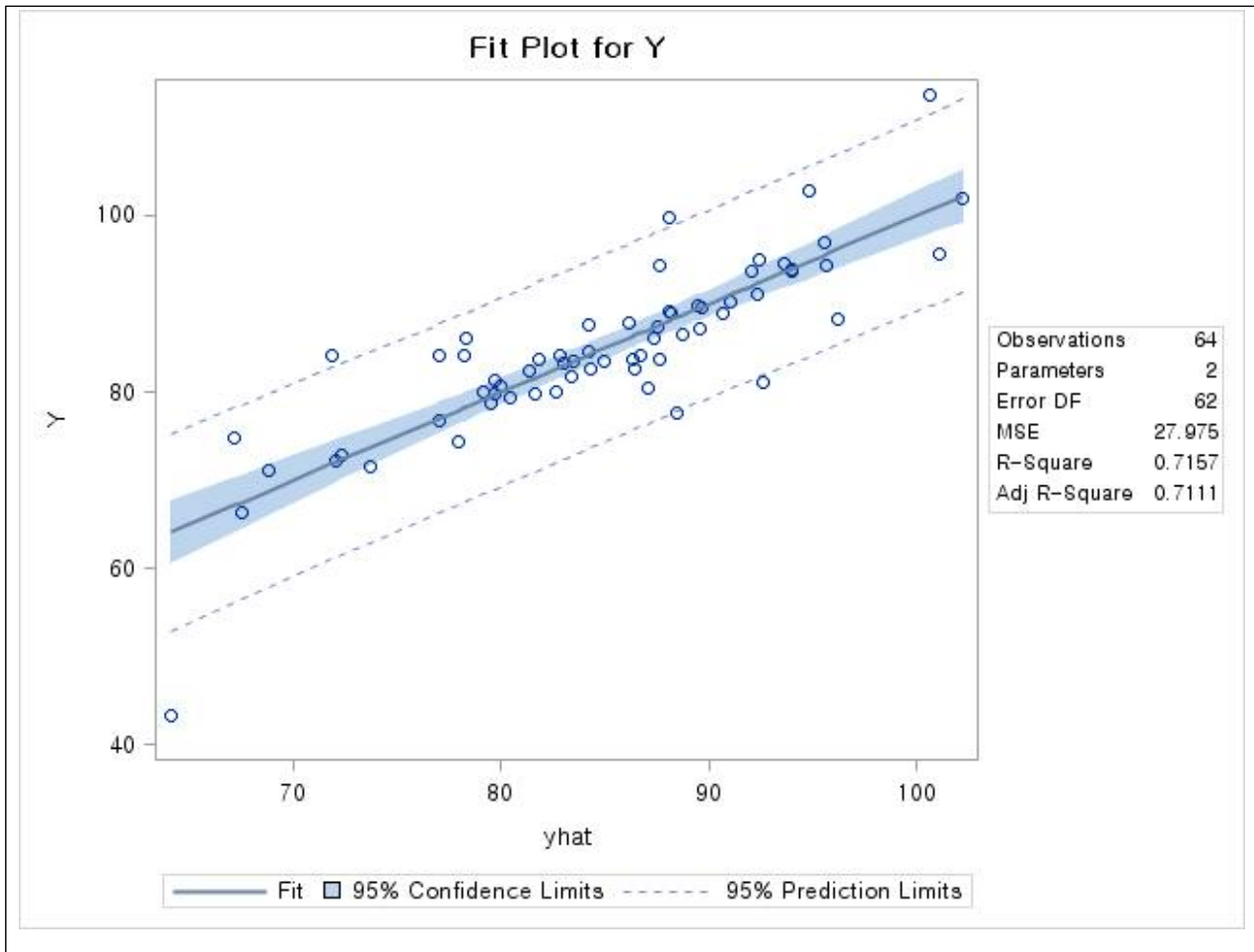


그림 53. RW_Group 1의 Fit Plot for REA3.

[RW_GROUP 2]

$$S_1 = (RW3 - 118.3)/3.3$$

$$S_2 = (BF33 - 24)/15.1$$

$$S_3 = (BF35 - 21.4)/12.5$$

$$S_4 = (BF37 - 22.85)/15.75$$

$$S_5 = (BF39 - 29.15)/18.05$$

$$\begin{aligned}
 REA = & b_0 + b_1S_1 + b_2S_2 + b_3S_3 + b_4S_4 + b_5S_5 + b_6S_1^2 + b_7S_2^2 + b_8S_3^2 + b_9S_4^2 + b_{10}S_5^2 + b_{11}S_1^3 \\
 & + b_{12}S_2^3 + b_{13}S_3^3 + b_{14}S_4^3 + b_{15}S_5^3 + b_{16}S_1^4 + b_{17}S_2^4 + b_{18}S_3^4 + b_{19}S_4^4 + b_{20}S_5^4 + b_{21}S_1S_2 + b_{22}S_1S_3 \\
 & + b_{23}S_1S_4 + b_{24}S_1S_5 + b_{25}S_2S_3 + b_{26}S_2S_4 + b_{27}S_2S_5 + b_{28}S_3S_4 + b_{29}S_3S_5 + b_{30}S_4S_5 \\
 & + b_{31}S_1S_2S_3 + b_{32}S_1S_2S_4 + b_{33}S_1S_2S_5 + b_{34}S_1S_3S_4 + b_{35}S_1S_3S_5 + b_{36}S_1S_4S_5 + b_{37}S_2S_3S_4 \\
 & + b_{38}S_2S_3S_5 + b_{39}S_2S_4S_5 + b_{40}S_3S_4S_5 + b_{41}S_1S_2S_3S_4 + b_{42}S_1S_2S_3S_5 + b_{43}S_1S_2S_4S_5 \\
 & + b_{44}S_1S_3S_4S_5 + b_{45}S_2S_3S_4S_5 + b_{46}S_1S_2S_3S_4S_5
 \end{aligned}$$

※ 등심단면적(REA) 추정 공식은 현재 특허출원 중이어서 절편 및 계수는 표기하지 않았음

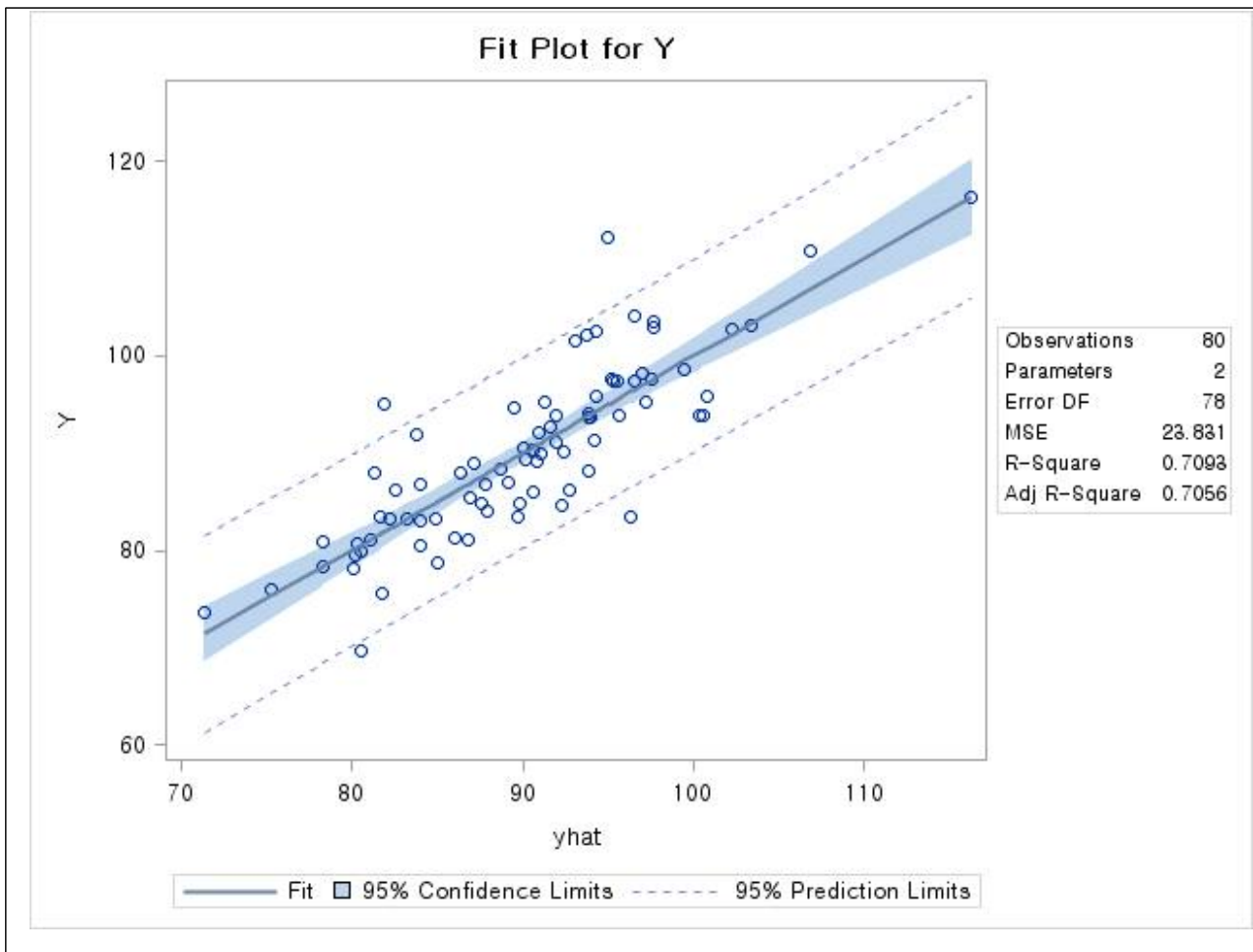


그림 54. RW_Group 2의 Fit Plot for REA3.

[RW_GROUP 3]

$$S_1 = (RW3 - 123.9)/2.2$$

$$S_2 = (BF33 - 27.15)/24.65$$

$$S_3 = (BF35 - 21.2)/14.4$$

$$S_4 = (BF37 - 18.15)/14.45$$

$$S_5 = (BF39 - 24.2)/17.3$$

$$\begin{aligned}
 REA = & b_0 + b_1S_1 + b_2S_2 + b_3S_3 + b_4S_4 + b_5S_5 + b_6S_1^2 + b_7S_2^2 + b_8S_3^2 + b_9S_4^2 + b_{10}S_5^2 + b_{11}S_1^3 \\
 & + b_{12}S_2^3 + b_{13}S_3^3 + b_{14}S_4^3 + b_{15}S_5^3 + b_{16}S_1^4 + b_{17}S_2^4 + b_{18}S_3^4 + b_{19}S_4^4 + b_{20}S_5^4 + b_{21}S_1S_2 + b_{22}S_1S_3 \\
 & + b_{23}S_1S_4 + b_{24}S_1S_5 + b_{25}S_2S_3 + b_{26}S_2S_4 + b_{27}S_2S_5 + b_{28}S_3S_4 + b_{29}S_3S_5 + b_{30}S_4S_5 \\
 & + b_{31}S_1S_2S_3 + b_{32}S_1S_2S_4 + b_{33}S_1S_2S_5 + b_{34}S_1S_3S_4 + b_{35}S_1S_3S_5 + b_{36}S_1S_4S_5 + b_{37}S_2S_3S_4 \\
 & + b_{38}S_2S_3S_5 + b_{39}S_2S_4S_5 + b_{40}S_3S_4S_5 + b_{41}S_1S_2S_3S_4 + b_{42}S_1S_2S_3S_5 + b_{43}S_1S_2S_4S_5 \\
 & + b_{44}S_1S_3S_4S_5 + b_{45}S_2S_3S_4S_5 + b_{46}S_1S_2S_3S_4S_5
 \end{aligned}$$

※ 등심단면적(REA) 추정 공식은 현재 특허출원 중이어서 절편 및 계수는 표기하지 않았음

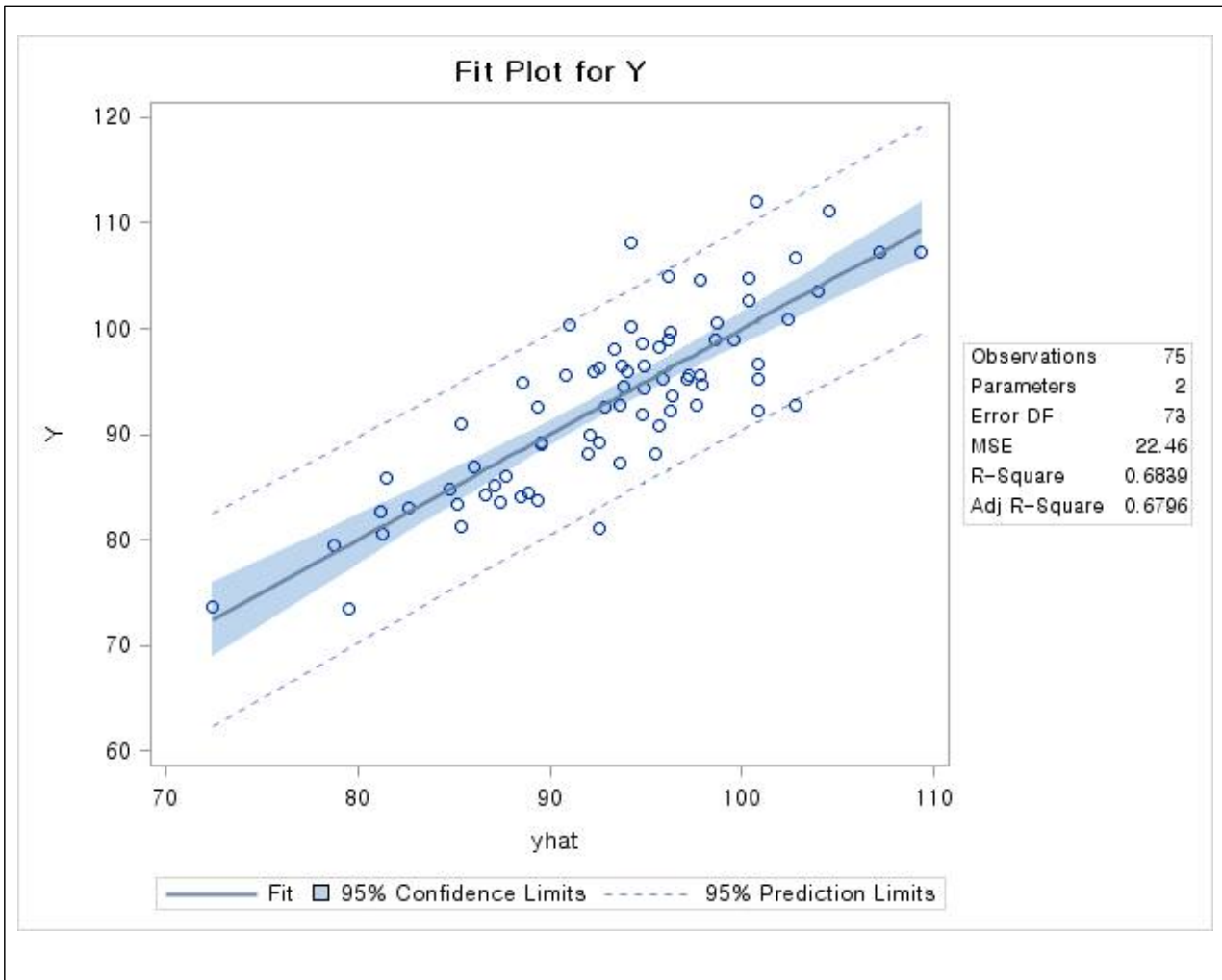


그림 55. RW_Group 3의 Fit Plot for REA3.

[RW_GROUP 4]

$$S_1 = (RW3 - 128.95)/2.75$$

$$S_2 = (BF33 - 31.85)/19.05$$

$$S_3 = (BF35 - 21.2)/14.1$$

$$S_4 = (BF37 - 22.65)/15.95$$

$$S_5 = (BF39 - 27.35)/17.55$$

$$\begin{aligned}
 REA = & b_0 + b_1S_1 + b_2S_2 + b_3S_3 + b_4S_4 + b_5S_5 + b_6S_1^2 + b_7S_2^2 + b_8S_3^2 + b_9S_4^2 + b_{10}S_5^2 + b_{11}S_1^3 \\
 & + b_{12}S_2^3 + b_{13}S_3^3 + b_{14}S_4^3 + b_{15}S_5^3 + b_{16}S_1^4 + b_{17}S_2^4 + b_{18}S_3^4 + b_{19}S_4^4 + b_{20}S_5^4 + b_{21}S_1S_2 + b_{22}S_1S_3 \\
 & + b_{23}S_1S_4 + b_{24}S_1S_5 + b_{25}S_2S_3 + b_{26}S_2S_4 + b_{27}S_2S_5 + b_{28}S_3S_4 + b_{29}S_3S_5 + b_{30}S_4S_5 \\
 & + b_{31}S_1S_2S_3 + b_{32}S_1S_2S_4 + b_{33}S_1S_2S_5 + b_{34}S_1S_3S_4 + b_{35}S_1S_3S_5 + b_{36}S_1S_4S_5 + b_{37}S_2S_3S_4 \\
 & + b_{38}S_2S_3S_5 + b_{39}S_2S_4S_5 + b_{40}S_3S_4S_5 + b_{41}S_1S_2S_3S_4 + b_{42}S_1S_2S_3S_5 + b_{43}S_1S_2S_4S_5 \\
 & + b_{44}S_1S_3S_4S_5 + b_{45}S_2S_3S_4S_5 + b_{46}S_1S_2S_3S_4S_5
 \end{aligned}$$

※ 등심단면적(REA) 추정 공식은 현재 특허출원 중이어서 절편 및 계수는 표기하지 않았음

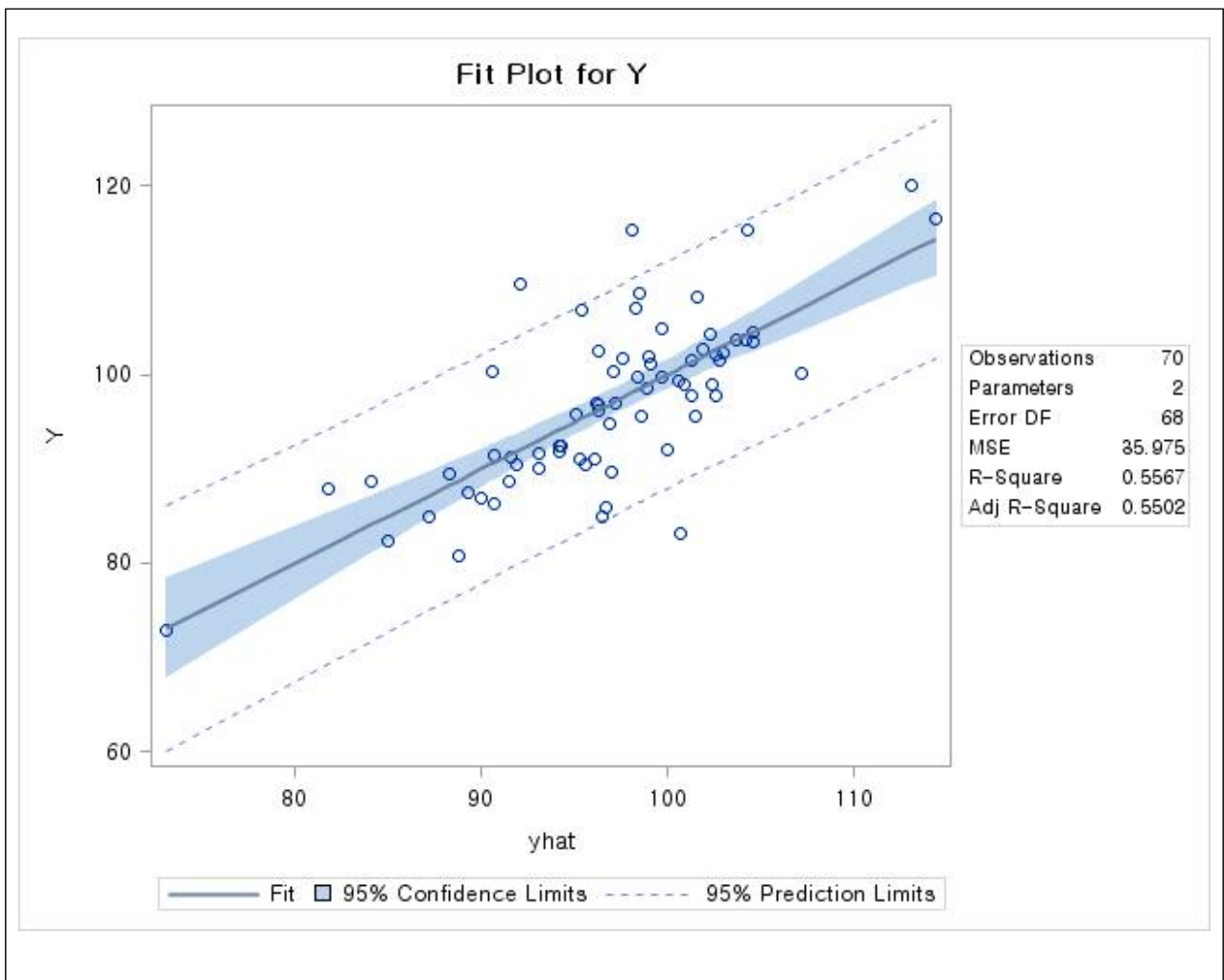


그림 56. RW_Group 4의 Fit Plot for REA3.

[RW_GROUP 5]

$$S_1 = (RW3 - 144.3)/12.5$$

$$S_2 = (BF33 - 36.4)/26.3$$

$$S_3 = (BF35 - 19.0)/15.6$$

$$S_4 = (BF37 - 20.7)/14.8$$

$$S_5 = (BF39 - 52.2)/42.6$$

$$\begin{aligned}
 REA = & b_0 + b_1S_1 + b_2S_2 + b_3S_3 + b_4S_4 + b_5S_5 + b_6S_1^2 + b_7S_2^2 + b_8S_3^2 + b_9S_4^2 + b_{10}S_5^2 + b_{11}S_1^3 \\
 & + b_{12}S_2^3 + b_{13}S_3^3 + b_{14}S_4^3 + b_{15}S_5^3 + b_{16}S_1^4 + b_{17}S_2^4 + b_{18}S_3^4 + b_{19}S_4^4 + b_{20}S_5^4 + b_{21}S_1S_2 + b_{22}S_1S_3 \\
 & + b_{23}S_1S_4 + b_{24}S_1S_5 + b_{25}S_2S_3 + b_{26}S_2S_4 + b_{27}S_2S_5 + b_{28}S_3S_4 + b_{29}S_3S_5 + b_{30}S_4S_5 \\
 & + b_{31}S_1S_2S_3 + b_{32}S_1S_2S_4 + b_{33}S_1S_2S_5 + b_{34}S_1S_3S_4 + b_{35}S_1S_3S_5 + b_{36}S_1S_4S_5 + b_{37}S_2S_3S_4 \\
 & + b_{38}S_2S_3S_5 + b_{39}S_2S_4S_5 + b_{40}S_3S_4S_5 + b_{41}S_1S_2S_3S_4 + b_{42}S_1S_2S_3S_5 + b_{43}S_1S_2S_4S_5 \\
 & + b_{44}S_1S_3S_4S_5 + b_{45}S_2S_3S_4S_5 + b_{46}S_1S_2S_3S_4S_5
 \end{aligned}$$

※ 등심단면적(REA) 추정 공식은 현재 특허출원 중이어서 절편 및 계수는 표기하지 않았음

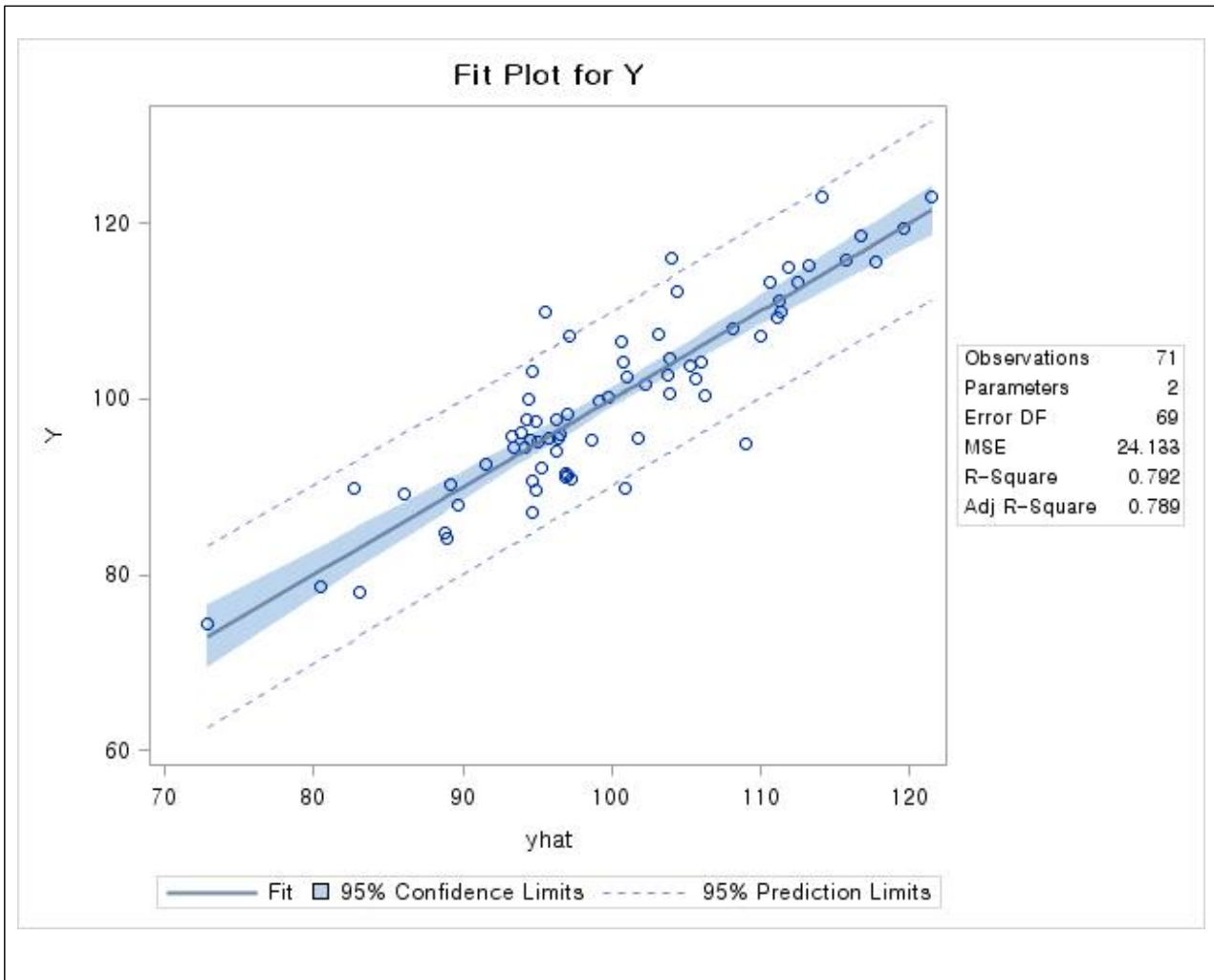


그림 57. RW_Group 5의 Fit Plot for REA3.

[5단계] KMRI-USONIC => KMRI-TRACE 전환에 필요한 보정값 구함

위(4단계)에서 구한 등심단면적 추정 공식은 [3단계]에서 소도체 등심단면의 드로잉 계측값을 토대로 구하였음

그런데 2단계에서 설명한 초음파영상 계측프로그램(KMRI-USONIC)에서 구해지는 등지방두께(BF23, BF25, BF27, BF29)과 등심근직경(RW2) 계측값의 최소값과 최대값의 범위는 3단계에서 설명한 소도체 등심절개부위 드로잉(KMRI-TRACE)에서 구해지는 등지방두께(BF43, BF45, BF47, BF49)과 등심근직경(RW4)의 최소값과 최대값의 범위는 다소 일치하지 않음<표 15>

<표 15> KMRI-USONIC과 KMRI-TRACE의 측정값 범위 비교

항목명	KMRI-USONIC 측정값			KMRI-TRACE 측정값		
	항목명	최소값	최대값	항목명	최소값	최대값
BF_3 시리즈	BF23	4.35	41.38	BF43	2.5	62.7
BF_5 시리즈	BF25	3.99	37.75	BF45	3.4	47.8
BF_7 시리즈	BF27	3.99	37.02	BF47	3.7	44.2
BF_9 시리즈	BF29	3.99	39.02	BF49	6.9	54.9
RW 시리즈	RW2	168.0	200.2	RW4	95.5	156.8

2단계에서 계측된 초음파영상에서 얻어지는 등지방두께(BF23~BF29)과 등심근직경(RW2) 계측값을 [4단계]에서 구한 등심단면적 추정공식에 대입시키기 위해서는 항목별 보정이 필요하다고 판단하여 항목별 보정계수를 구하였음

항목별 보정계수(USONIC_TRACE 변환 보정계수)는 현재 특허출원 중이기 때문에 이 보고서 내용에 표기하지 않았음

[6단계] 1500두의 초음파 측정값으로부터 REA2를 구하였음

[7단계] 1500두의 초음파 측정값에 5단계에서 구한 보정계수를 적용하여 BF45를 구하였음

[8단계] 1500두의 LWT1 값을 CWT1값으로 변환시켰음

[9단계] 6단계~8단계에서 구한 REA2(배최장근단면적), BF45(등지방두께), CWT1(도체중) 값을 육량지수산식에 대입하여 육량지수를 구하고 육량등급을 계산한다.

< 육량지수산식 >

「축산물 등급판정 세부기준」 [농림축산식품부고시 제2017-22호]

제4조(소도체의 육량등급 판정기준)

○ 육량등급 판정기준

육량등급	육량지수
A	67.20 이상
B	63.30 이상 ~ 67.20 미만
C	63.30 미만

○ 육량지수 = $68.184 - [06.25 \times \text{등지방두께(mm)}]$
+ $[0.130 \times \text{배최장근단면적(cm}^2\text{)}]$
- $[0.024 \times \text{도체중량(kg)}]$

[단, 한우의 도체는 3.23을 가산하여 육량기준 지수로 한다]

[10단계] 비육말기 과비육 예방을 위한 C등급 출현일 예상 알고리즘 적용

한우 과비육 예방 진단프로그램 로직은 그림 58과 같음

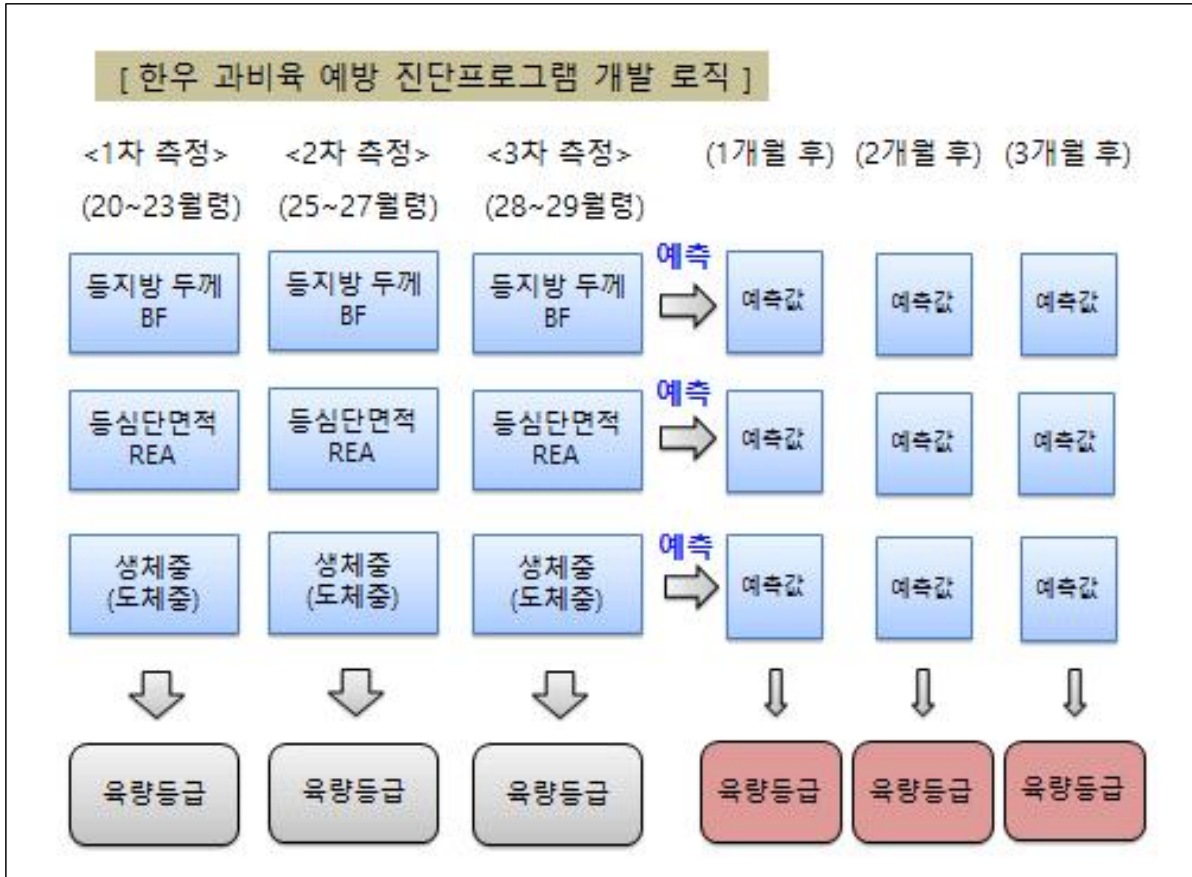


그림 58. 한우 과비육 예방 진단프로그램 로직.

한우 과비육 예방 진단프로그램 로직을 설명하면 다음과 같음

- ① 조사축의 1차 측정일 당시의 생체중에 따라 조사축은 4개의 체중그룹으로 분류함
- ② 3차례에 걸쳐 취득한 등지방두께, 등심단면적, 도체중 값으로부터 구해진 각각의 예측공식에 예상희망일(1달 후, 2달 후 등의 일령)을 대입하면 예상 희망일의 등지방두께, 등심단면적, 도체중 값이 구해짐
- ③ 구해진 등지방두께, 등심단면적, 도체중을 육량지수산식에 대입하면 예상 희망일의 육량등급이 계산된다. 2단계 보정을 거쳐 BF4 시리즈의 계측값(BF43, BF45, BF47, BF49, RW4)을 구함
- ④ 일련의 예상희망일자 육량등급 예측 결과를 보고 생산농가는 향후 출하일자를 결정할 수 있음

10단계에서 구한 440두의 초음파 3회 측정값과 등판 결과 값을 이용하여 BF, REA, 도체중의 예측 공식을 구하였음

구동 필수조건: 본 ‘과비육 예방 C등급 예측프로그램’을 구동시키기 위해서는 1차 초음파측정을 20.2월령(615일령)~23.2월령(705일령)의 기간 중에 반드시 실시하여야 함

조사축의 1차 측정(615~705 일령) 당시의 생체중(lwt)에 따라 체중그룹(wt_group)을 a, b, c, d의 4개 그룹으로 구분함

1차측정 당시의 체중 대	체중 그룹 (wt_group)
~ 582kg 미만	a
582kg 이상 ~ 612kg 미만	b
612kg 이상 ~ 642kg 미만	c
642kg 이상	d

(1) 생체중 예측 공식

다음의 공식에 3차 측정일로부터 1주일 후, 2주일 후 등의 날짜(일령으로 환산)를 대입하면 해당 날짜에의 생체중(lwt#)이 예측됨

① wt_group이 ‘a’ 인 경우

$$a_LT1=(ageday1-557)/419$$

$$a_LT11=a_LT1*a_LT1;$$

$$a_LT111=a_LT11*a_LTd1;$$

$$a_lwt1=477.177759 + a_ad1*325.15374 + a_ad11*-61.34114 + a_ad111*-42.55149;$$

② wt_group이 ‘b’ 인 경우

$$b_LT1=(ageday1-554.5)/418.5$$

$$b_LT11=b_LT1*b_LT1;$$

$$b_LT111=b_LT11*b_LT1;$$

$$b_lwt1=508.94117 + b_LT1*339.43427 + b_LT11*-71.51999 + b_LT111*-33.39469 ;$$

③ wt_group이 ‘c’ 인 경우

$$c_ad1=(ageday1-561)/429$$

$$c_ad11=c_ad1*c_ad1;$$

$$c_ad111=c_ad11*c_ad1;$$

$$c_lwt1=536.681439 + c_LT1*373.86620 + c_LT11*-76.32737 + c_LT111*-52.10458 ;$$

④ wt_group이 'd' 인 경우

$$d_LT1=(ageday1-568)/441$$

$$d_LT11=d_LT1*d_LT1;$$

$$d_LT111=d_LT11*d_LT1;$$

$$d_lwt1=575.40744 + d_LT1*413.40186 + d_LT11*-79.85151 + d_ad111*-69.38819;$$

(2) 도체중으로 전환

생체중에 0.59를 곱하여 도체중을 구함

$$a_cwt1=a_lwt1*0.59 ;$$

$$b_cwt1=b_lwt1*0.59 ;$$

$$c_cwt1=c_lwt1*0.59 ;$$

$$d_cwt1=d_lwt1*0.59 ;$$

(3) BF45 예측 공식

다음의 공식에 3차측정일로부터 1주일 후, 2주일 후 등의 날짜(일령으로 환산)를 대입하면 해당 날짜에의 등지방두께(bf45#)이 예측됨

① wt_group이 'a' 인 경우

$$a_BF1=(dayage1-816.5)/159.5$$

$$a_BF11=a_BF1*a_BF1;$$

$$a_BF111=a_BF11*a_BF1;$$

$$a_bf45=14.31873 + a_BF1*1.63782 + a_BF11*-2.03466 + a_BF111*-2.06753;$$

② wt_group이 'b' 인 경우

$$b_BF1=(dayage1-826.5)/146.5$$

$$b_BF11=b_BF1*b_BF1;$$

$$b_BF111=b_BF11*b_BF1;$$

$$b_bf45=15.25922 + b_BF1*3.13365 + b_BF11*-3.93866 + b_BF111*-3.92068;$$

③ wt_group이 'c' 인 경우

$$c_BF1=(dayage1-830.0)/160.0$$

$$c_BF11=c_BF1*c_BF1;$$

$$c_BF111=c_BF11*c_BF1;$$

$$c_bf45=16.29947 + c_BF1*6.63729 + c_BF11*-2.89153 + c_BF111*-8.07852;$$

④ wt_group이 'd' 인 경우
 $d_BF1 = (dayage1 - 837) / 172$
 $d_BF11 = d_BF1 * d_BF1$
 $d_BF111 = d_BF11 * d_BF1$

$$d_bf45 = 16.44625 + d_BF1 * 2.26814 + d_BF11 * -3.32841 + d_BF111 * -2.50297;$$

(4) REA2 예측 공식

다음의 공식에 3차 측정일로부터 1주일 후, 2주일 후 등의 날짜(일령으로 환산)를 대입하면 해당 날짜의 등심단면적(REA2#)이 예측됨

단, 계산된 등심단면적 값은 $50.0 < rea < 130.0$ 이어야하며, 작거나 크면 error로 처리함

① wt_group이 'a' 인 경우
 $a_re1 = (dayage1 - 816.5) / 159.5$
 $a_re11 = a_re1 * a_re1$
 $a_re111 = a_re11 * a_re1$

$$a_rea = 99.00929 + a_re1 * 0.59528 + a_re11 * -14.71256 + a_re111 * -4.11555;$$

② wt_group이 'b' 인 경우
 $b_re1 = (dayage1 - 826.5) / 146.5$
 $b_re11 = b_re1 * b_re1$
 $b_re111 = b_re11 * b_re1$

$$b_rea = 100.07077 + b_re1 * -2.17687 + b_re11 * -9.26874 + b_re111 * 1.36015;$$

③ wt_group이 'c' 인 경우
 $c_re1 = (dayage1 - 830.0) / 160.0$
 $c_re11 = c_re1 * c_re1$
 $c_re111 = c_re11 * c_re1$

$$c_rea = 97.33244 + c_re1 * 5.51858 + c_re11 * -3.98928 + c_re111 * -11.21904;$$

④ wt_group이 'd' 인 경우
 $d_re1 = (dayage1 - 837) / 172$
 $d_re11 = d_re1 * d_re1$
 $d_re111 = d_re11 * d_re1$

$$d_rea = 98.42162 + d_re1 * 1.38579 + d_re11 * -7.57441 + d_re111 * 5.57612;$$

[11단계] 10단계에서 구한 BF45, REA2와 CWT 값으로부터 육량지수와 육량등급을 구하였음

(1) 육량지수 계산

REA2#와 BF45# 값과 그리고 cwt#를 육량지수산식에 대입하여 육량지수를 계산함

$$\text{육량지수}(yi\#) = 68.184 - 0.625*bf45\# + 0.130*rea2\# - 0.024*cwt\# + 3.23$$

(2) 육량등급 분류

육량지수(yi)를 다음의 구간으로 구분하여 육량등급(yield grade: yg)을 구함

```

if 50.00 <= yi# < 63.30 then yg#='C';
if 63.30 <= yi# < 67.20 then yg#='B';
if 67.20 <= yi# < 80.00 then yg#='A';

그 밖의 값은 yg#='F'
    
```

단, 그 밖의 값은 yg#='F' 로 표기하는데, 이 경우는 연산 오류임.

(3) 본 과제의 C등급 예측진단 프로그램 구동 결과값 분석

시험축 4개 농가 432두에 대한 육량등급 예측결과를 실제 축산물품질평가사에 의한 등급판정결과와 비교한 결과는 <표 16>와 같음

C등급 예측진단프로그램에 의해 예측한 육량등급과 축산물품질평가사에 의한 육량등급과의 일치도(%)를 계산해보니, A등급일 경우 일치도는 76.3%이었고, B등급일 경우에는 73.4% 그리고 C등급일 경우에는 68.1%이었음

본 연구과제의 C등급 예측진단프로그램은 실제보다 육량지수를 다소 높게 예측하는 경향이 있는 것으로 보인다. 그 결과 1개 등급을 더 높게 보는 경향이 있다고 하겠음

<표 16> C등급 예측 진단프로그램 구동 결과로 본 정확도 분석

농가	등급 판정 결과(두)			예측 결과(두)			일치도(%)		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
A농가 (113)	5			4	1	0	80		
		55		10	37	7		67	
			53	2	15	36			68
B농가 (89)	10			8	1	1	80		
		55		8	42	5		76	
			34	2	10	22			65
C농가 (83)	11			8	2	1	73		
		41		7	30	4		73	
			32	1	8	23			72
D농가 (136)	22			16	5	1	73		
		61		10	47	4		77	
			53	2	15	36			68
432두	48	212	172	78	213	140	76.3	73.4	68.1

3. 출하진단시스템 구동 서버 구축 및 안드로이드계열 ‘모바일 앱’ 제작 (외부용역)

1) 모바일 앱 환경구축 [1차년도 연구수행 결과]

가) 기본 구동원리

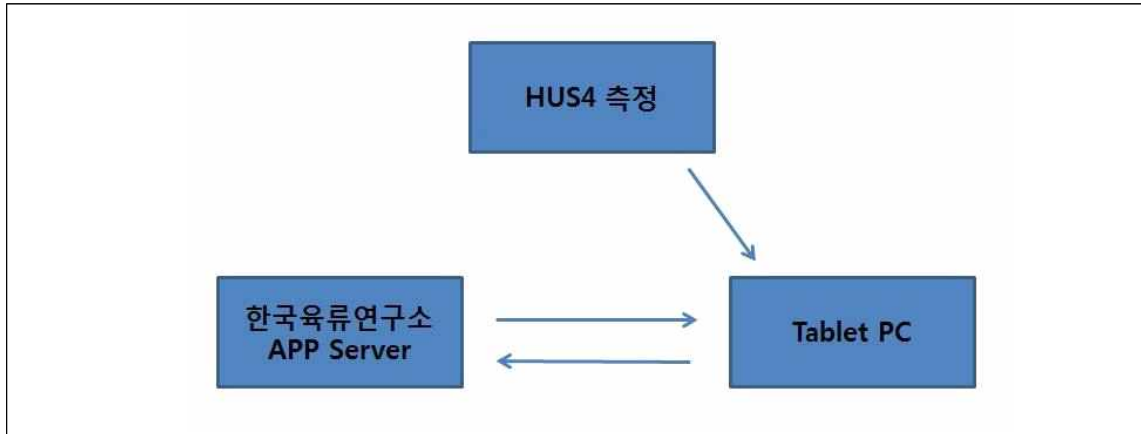


그림 59. 모바일 앱 기본 구동 원리.

(1) 구동원리

▪ 1단계

HUS4 → Tablet PC
<ol style="list-style-type: none"> 1. 간편 B-mode 초음파 진단기 연동된 Smart Hanwoo Tablet PC에 어플리케이션 설치 2. 사용자 측사로 이동 3. Tablet PC 내에서 어플리케이션 실행 및 로그인 후 진단기와 사용자 간 연결 4. 측정 버튼 누른 후 개체 이력 입력란에 개체번호 입력 5. 어플리케이션 안에 이력번호, 개체번호, 성별, 생체중, 등지방두께, 등심단면적, 등심폭, 우사, 우방 입력 6. 진단기에서 스마트폰 어플리케이션으로 영상파일 출력

▪ 2단계

Tablet pc → 한국육류연구소 APP server
<ol style="list-style-type: none"> 1. Tablet pc에 한국육류연구소 App 설치 2. I 단계에서 출력된 수치 및 사진을 한국육류연구소 server app 연동(데이터 구축) 3. 구축 된 데이터를 통해 알고리즘을 사용하여 육량지수 산출(서버 내 알고리즘 구축) 4. 결과를 사용자에게 전송

▪ 3단계

한국육류연구소 App server → Tablet pc
<ol style="list-style-type: none"> 1. 사용자가 결과를 조회

나) 시스템 배경도

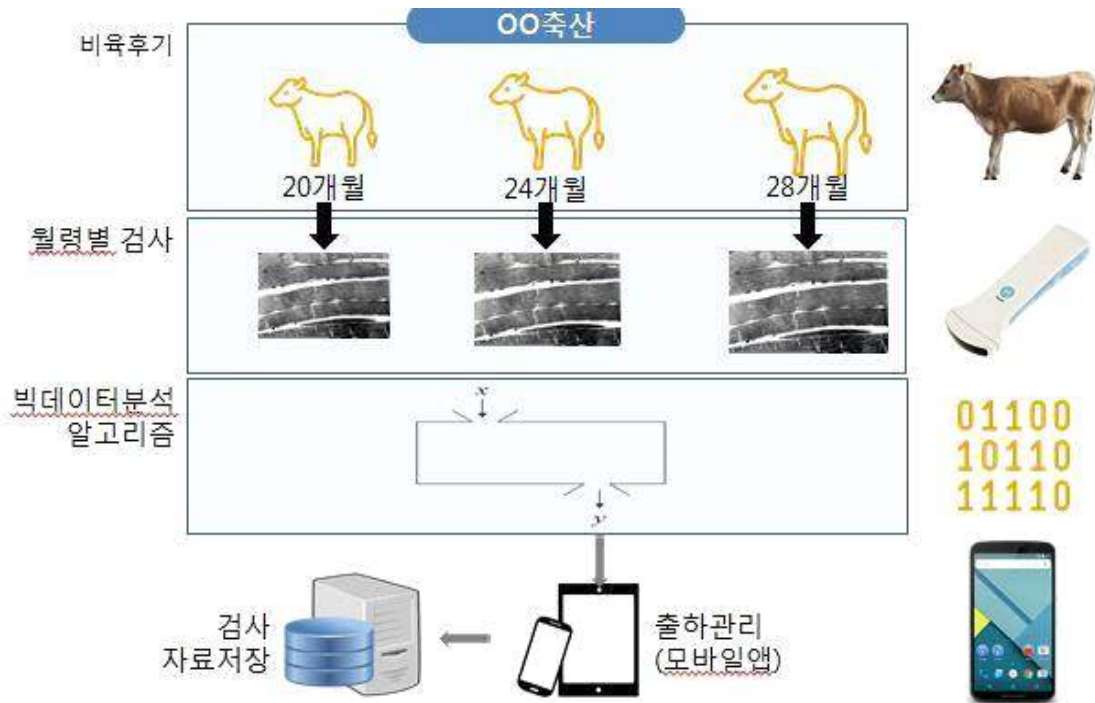


그림 60. 모바일 앱 시스템 배경도

(1) 시스템 배경설명

- 20개월, 24개월, 28개월마다 진단기 및 어플리케이션 통해 1단계를 실행하여 데이터를 서버에 구축
- 각 개월마다 결과를 조회할 수 있도록 어플리케이션 지원

2) 모바일 앱에 필요한 기능 분석

가) 어플리케이션 및 서버에 필요한 기능 분석

어플리케이션	Server
1. 회원가입 및 사용자 농장개체 등록기능 2. 각각의 소의 개체 이력란 등록기능 3. 소의 도체중 입력기능 4. 결과 조회 다양화 기능 (ex. 결과표 검색가능)	1. 각 농장의 데이터 구축 2. 조회서비스 전송기능 3. 알고리즘 구축 4. 소의 육량지수 그래프 지수 조회기능

(1) 결과표 검색 기능 필요

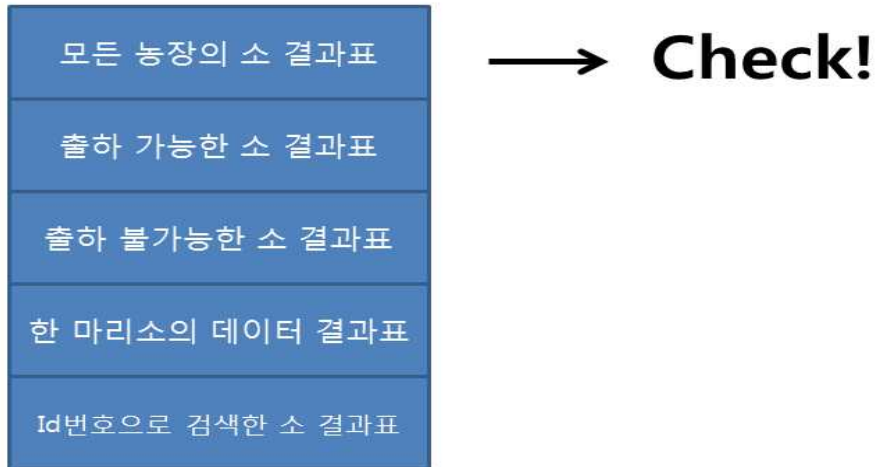


그림 61. 결과표 검색 기능.

▪ 출하 가능한 소 결과표 예시

소_ID	현재 육량지수	예상 육량지수	예상 육량 등급판정	출하가능여부	자세히
1	00	00	A	○	■
2	00	00	B	○	■
3	00	00	A	○	■
4	00	00	B	X	■
5	00	00	B	X	■
6	00	00	A	○	■
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

그림 62. 출하 가능한 소 결과표 예시.

▪ 출하 불가능한 결과표 예시

소_ID	현재 육량지수	예상 육량지수	예상 육량 등급판정	출하가능여부	자세히
1	00	00	A	X	■
23	00	00	B	X	■
25	00	00	A	X	■
34	00	00	B	X	■
38	00	00	B	X	■
39	00	00	A	X	■
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

그림 63. 출하 불가능한 결과표 예시.

- 자세히 결과표 보기 예시

소_ID	현재 육량지수	예상 육량지수	예상 육량 등급판정	출하가능여부	자세히
1	00	00	A	○	▪
23	00	00	B	○	▪
25	00	00	A	○	▪
34	00	00	B	○	▪
38	00	00	B	○	▪
39	00	00	A	○	▪

→ **Check!**

그림 64. 자세히 결과표 보기 예시.

- 자세히 체크 시 한 마리 결과표 보기 예시

예상 등급판정	구분
A	000님의 농장명
	소_ID
	예상 육량지수
	현재 육량지수 (3차)
<p>본 -----프로그램의 결과 값은 1~3차 육량지수의 데이터를 가지고 예상되는 결과 값으로 --%의 오차율을 가지고 있음을 유의하시길 바랍니다.</p> <p style="text-align: center;">한 국 육 류 연 구 소</p>	

그림 65. 한 마리 결과표 보기 예시

3) 사용자 인터페이스 개발 [2차년도 연구수행 결과]

가) 메뉴 구성도

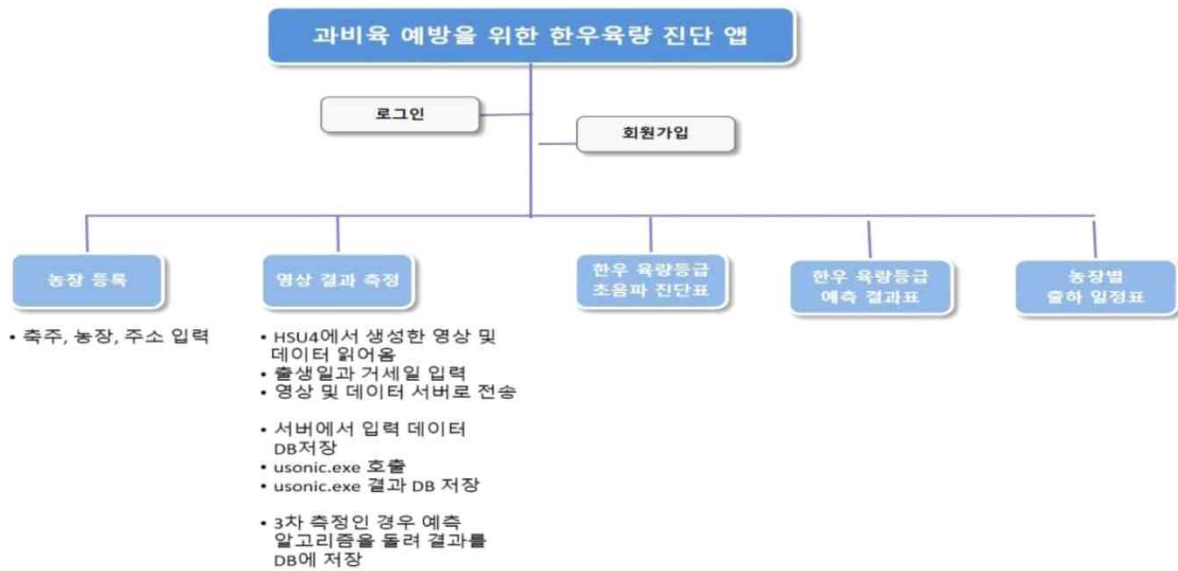


그림 66. 모바일 앱 메뉴 구성도.

(1) 로그인 화면

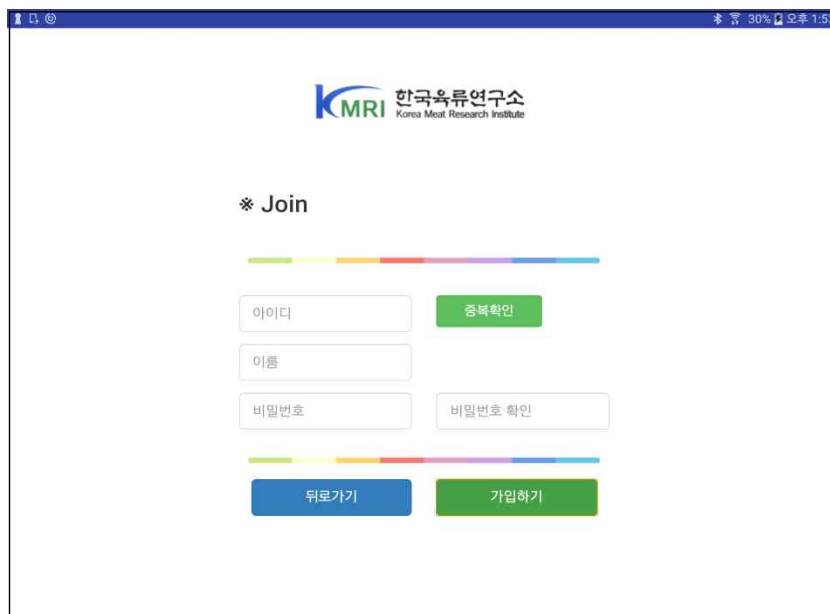


그림 67. 모바일 앱 로그인 화면.

- ① 로그인 실행
- ② 회원가입 화면으로 이동
- ③ 로그인 화면을 닫고 앱 종료

(2) 회원가입

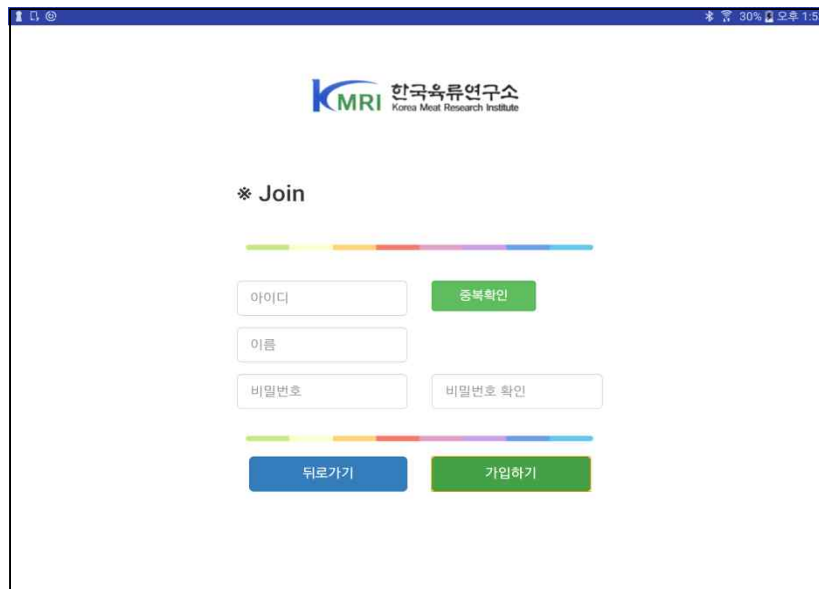


그림 68. 모바일 앱 회원가입 화면.

- ① 회원정보 입력콤보- 이름, 아이디, 비밀번호, 비밀번호 확인 기입란
- ② 아이디 입력을 하고 중복확인 클릭
- ③ 회원정보 입력을 다 기입한 뒤 가입완료 클릭
- ④ 앱 종료

(3) 농장등록



그림 69. 모바일 앱 농장 등록 화면.

- 초음파 측정하기 전 농장등록 입력란 인터페이스 설정
- ①란은 사용자(농장 컨설턴트)가 고객(농장주) 정보를 볼 수 있는 화면창
- 해당 농장을 클릭하면 농장에 대한 정보 입력 및 수정 또는 삭제할 수 있는 화면창이 뜬

(4)영상결과 측정



그림 70. 모바일 앱 영상결과 측정 화면.

- 제 1협동에서 간편 B-mode 초음파 측정진단기 HUS-4에 연동된 어플리케이션 “Smart Hanwoo”에서 입력한 결과를 영상파일과 동일한 파일명으로 저장하여 한국육류연구소 App Server와 연동

<예시> 측정시각:2017년 11월 23일 12시 42분 39초, 개체번호:7470

영상파일 명:20171123124239-7470.jpg

데이터파일 명:20171123124239-7470.txt

로 저장되어 한국육류연구소 Server로 연동

- 저장버튼을 누르면 한국육류연구소 서버에서 제 1세부 위탁 ING 플러스에서 만든 u-sonic프로그램을 호출하여 초음파 영상에 있는 등심단면적, 등심직경 측정하는 시스템으로 작동
- 출생일, 거세일, 근내지방도는 사용자가 직접 입력

(5) 농장 작업 관리

- 사용자가 측정일에 해당하는 데이터를 조회하는 인터페이스



그림 71. 모바일 앱 농장 작업관리 화면.

(6) 육량등급 초음파 진단표



그림 72. 모바일 앱 육량등급 초음파 진단표.

- 영상결과측정에서 저장한 데이터가 제 1세부에서 제공한 등심직경을 통한 등심단면적 알고리즘을 App서버에 구축하여 결과값 산출하는 인터페이스

(7) 육량등급 예측 결과표

축정일	일령	월령	생체중	도체중	등지방두께	등심단면적	육량지수	육량등급	근내지방도
1차	695	22.8	695	410	14	86	63.86	B	6
2차	779	25.6	779	459	14	76	61.33	C	6
3차	884	29	701	413	14	80	63.01	C	5

축정일	일령	월령	생체중	도체중	등지방두께	등심단면적	육량지수	육량등급
1주후	891	29.3	808	476	17	98	62	C
2주후	898	29.5	810	478	17	98	61.8	C
3주후	905	29.7	813	480	17	98	61.5	C
4주후	912	30	816	481	18	98	61.3	C
5주후	919	30.2	818	483	18	98	61.1	C

그림 73. 모바일 앱 육량등급 예측 결과표.

- 육량등급 초음파 진단표에 나온 결과를 기반으로 제 1세부에서 제공한 예측 결과 알고리즘을 통해서 앱 서버에 구축하여 예측 결과를 도출하는 인터페이스

(8) 농장별 출하 일정표

이력번호	개체번호	우방	우사	출생일	C등급 예정일
209963364	6336	12	12	20150420	20170905
2310814865	1486	11	11	20150325	20170905
2310815260	1526	11	11	20150320	20170905
2310818805	1880	12	12	20150329	20170905

그림 74. 모바일 앱 농장별 출하 일정표.

- 육량등급 예측 결과표에서 나온 예측결과를 기반으로 농장별로 각 개체에 관한 C등급 예정일을 볼 수 있는 인터페이스

4. 제2협동(평영정축협): 개발되는 간편 B-mode와 기존 B-mode 초음파 육질육량진단
현장 비교·검증

[1차년도 연구수행결과]

- 자체 보유하고 있는 기존의 B-mode 초음파영상파일을 제1세부와 함께 분석
- 제1협동에서 제공한 1차 시제품을 시험축 200두에 적용하여 성능 및 기능 검증
- 기존 B-mode 초음파기기와의 결과를 비교 분석한 후 결과를 제1세부와 제1협동에 피드백

1) 보유하고 있는 기존의 B-mode 초음파 영상파일을 제 1세부와 함께 분석
평영정축협이 보유하고 있는 기존의 초음파영상 데이터(Honda HS-2000 측정, 5농가 247두분)
를 제1세부에 제공하였음

<표 17> 보유하고 잇는 기존 초음파 영상제공 내역

농가명	두수	측정일	측정장비
평영정축협	38	2016. 08. 16.	Honda HS-2000
A	34	2016. 07. 22.	
B	18	2016. 08. 23.	
C	52	2016. 07. 19.	
D	35	2016. 08. 19.	
E	70	2016. 10. 07.	
전체	247		

보유하고 있는 기존의 B-mode 초음파 영상파일을 제 1세부와 함께 분석하면서, 초음파영상에서 등지방두께, 등심단면적 등의 정보를 자동 계측할 수 있는 가능성을 조사하였으나 쉽지 않았음

초음파영상을 육안으로 관독하면서 등지방층의 유형을 구분하는 방법으로 소 개체의 등지방층의 변화를 살펴보았음

- 등지방층의 유형은 표피선과 등심근 상단선간의 등지방층의 형상을 보고 A형(수평형), B형(등근형) 그리고 C형(경사형)으로 구분하였음

유형	1차 진단	2차 진단	3차 진단	도출 (Tracing)	이력번호	육량 등급
A					41000 23113 16525	A
B					00023 10818 522	B
C					00023 11322 172	C

그림 75. 소 개체별 등지방층의 유형분석.

개체식별번호	개체식별번호	출생일	성별	1차 측정일	1차 개월령	1차 등지방 유형	2차 측정일	2차 개월령	2차 등지방 유형	3차 측정일	3차 개월령	3차 등지방 유형
002096871709	7170	2015-04-15	한우거세우	2016-11-22	20개월7일	B형	2017-02-21	23개월6일	자료산출 불가	2017-05-16	26개월1일	B형
002096871660	7166	2015-04-10	한우거세우	2016-11-22	20개월12일	B형	2017-02-21	23개월11일	자료산출 불가	2017-05-16	26개월6일	B형
002095660892	6089	2015-03-27	한우거세우	2016-11-22	20개월26일	B형	2017-02-21	23개월25일	C형	2017-05-16	26개월19일	C형
002095660833	6083	2015-03-23	한우거세우	2016-11-22	20개월30일	B형	2017-02-21	23개월29일	B형	2017-05-16	26개월23일	자료산출 불가
002095657763	5776	2015-03-21	한우거세우	2016-11-22	21개월1일	C형	2017-02-21	24개월0일	B형	2017-05-16	26개월25일	B형
002095657208	5720	2015-03-15	한우거세우	2016-11-22	21개월7일	C형	2017-02-21	24개월6일	B형	2017-05-16	27개월1일	B형
002095656416	5641	2015-03-10	한우거세우	2016-11-22	21개월12일	C형	2017-02-21	24개월11일	B형	2017-05-16	27개월6일	A형
002095656264	5626	2015-03-06	한우거세우	2016-11-22	21개월16일	A형	2017-02-21	24개월15일	A형	2017-05-16	27개월10일	A형
002095655163	5516	2015-02-20	한우거세우	2016-11-22	22개월2일	B형	2017-02-21	25개월1일	B형	2017-05-16	27개월26일	B형
002311319992	1999	2015-04-13	한우거세우	2016-11-22	20개월9일	B형	2017-02-21	23개월8일	B형	2017-05-16	26개월3일	B형
002311319950	1995	2015-04-10	한우거세우	2016-11-22	20개월12일	C형	2017-02-21	23개월11일	A형	2017-05-16	26개월6일	C형
002311327947	2794	2015-04-23	한우거세우	2016-11-22	19개월30일	B형	2017-02-21	22개월29일	B형	2017-05-16	25개월23일	B형
002311327875	2787	2015-04-22	한우거세우	2016-11-22	20개월0일	B형	2017-02-21	22개월30일	B형	2017-05-16	25개월24일	B형
002311326753	2675	2015-04-15	한우거세우	2016-11-22	20개월7일	A형	2017-02-21	23개월6일	A형	2017-05-16	26개월1일	B형
002311326807	2680	2015-04-16	한우거세우	2016-11-22	20개월6일	B형	2017-02-21	23개월5일	자료산출 불가	2017-05-16	26개월0일	B형
002311321629	2162	2015-04-16	한우거세우	2016-11-22	20개월6일	C형	2017-02-21	23개월5일	A형	2017-05-16	26개월0일	B형
002311319941	1994	2015-04-10	한우거세우	2016-11-22	20개월12일	C형	2017-02-21	23개월11일	B형	2017-05-16	26개월6일	C형
002311314288	1428	2015-03-21	한우거세우	2016-11-22	21개월1일	A형	2017-02-21	24개월0일	A형	2017-05-16	26개월25일	A형
002311327465	2746	2015-04-28	한우거세우	2016-11-22	19개월25일	B형	2017-02-21	22개월24일	B형	2017-05-16	25개월18일	B형
002310821262	2126	2015-04-15	한우거세우	2016-11-22	20개월7일	C형	2017-02-21	23개월6일	C형	2017-05-16	26개월1일	C형
002310820190	2019	2015-04-02	한우거세우	2016-11-22	20개월20일	B형	2017-02-21	23개월19일	C형	2017-05-16	26개월14일	B형
002310819732	1973	2015-04-01	한우거세우	2016-11-22	20개월21일	B형	2017-02-21	23개월20일	자료산출 불가	2017-05-16	26개월15일	B형
002310819409	1940	2015-03-29	한우거세우	2016-11-22	20개월24일	C형	2017-02-21	23개월23일	자료산출 불가	2017-05-16	26개월17일	B형
002310819175	1917	2015-03-23	한우거세우	2016-11-22	20개월30일	B형	2017-02-21	23개월29일	B형	2017-05-16	26개월23일	B형
002310818651	1865	2015-03-13	한우거세우	2016-11-22	21개월9일	B형	2017-02-21	24개월8일	자료산출 불가	2017-05-16	27개월3일	A형
002310818266	1826	2015-03-16	한우거세우	2016-11-22	21개월6일	C형	2017-02-21	24개월5일	C형	2017-05-16	27개월0일	B형
002310817144	1714	2015-03-07	한우거세우	2016-11-22	21개월15일	A형	2017-02-21	24개월14일	A형	2017-05-16	27개월9일	자료산출 불가
002099663364	6336	2015-04-20	한우거세우	2016-11-22	20개월2일	C형	2017-02-21	23개월1일	C형	2017-05-16	25개월26일	C형
002098199592	9959	2015-05-08	한우거세우	2016-11-22	19개월14일	B형	2017-02-21	22개월13일	A형	2017-05-16	25개월8일	A형
002099670039	7003	2015-05-07	한우거세우	2016-11-22	19개월15일	자료산출 불가	2017-02-21	22개월14일	C형	2017-05-16	25개월9일	B형

※ 자료 산출 불가능한 생체(한우거세우)가 초음파 측정할 때 움직여서 등지방 유형을 판독하기에 어려움이 있을 경우 표기함

그림 76. 한우 개체별 등지방층 유형 분석결과.

2) 제 1협동의 1차 시제품 현장적용 시험

1차시제품의 현장 적용시험은 제1협동과 같이 수행하였음

<표 18> 1차시제품 현장 적용 내역

검증차수	검증일	장소	비고
1	2016.11.22	영월생축장	42두 검증 및 거세우 20개월령
2	2016.11.29	영월생축장	42두 검증 및 거세우 20개월령
3	2016.12.01	임계생축장	58두 검증 및 거세우 24개월령
4	2016.12.08	임계생축장	58두 검증 및 거세우 24개월령
합계			200두 검증

가) 11월 21일 1차 시제품 50mm 42두 적용하여 성능 및 기능검증

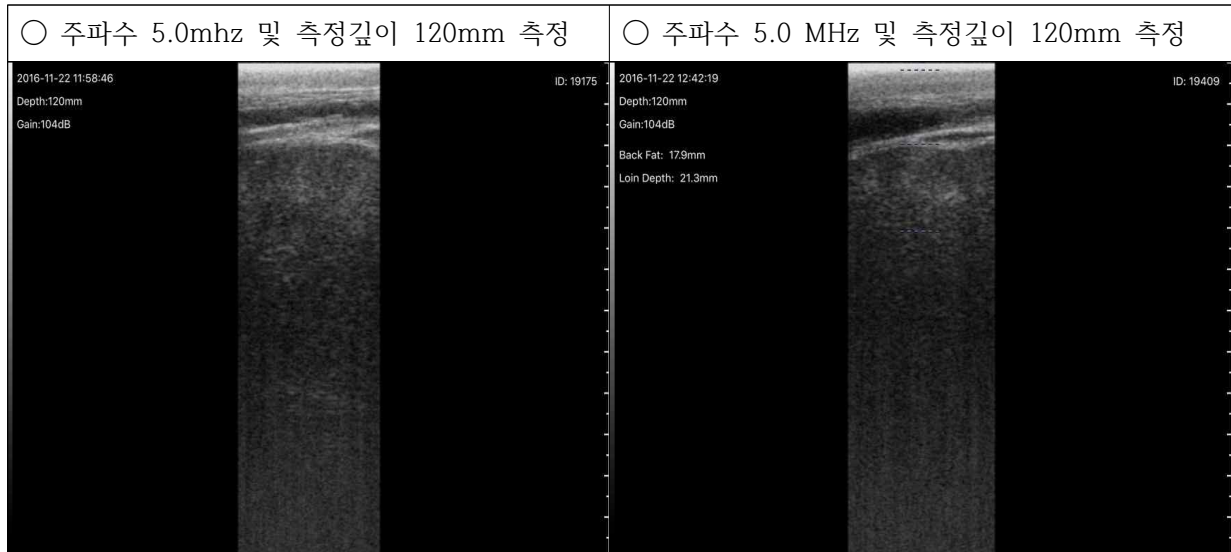


그림 77. 1차 시제품 50mm 1차 검증.

□ 1차 시제품 성능 및 검증 결과를 1세부, 1협동 피드백 제공

- 제 1협동에서 제공한 1차 시제품의 초음파 주파수 5.0MHz와 초음파 측정 깊이를 120mm에 놓고 42두 측정 결과 등지방 두께는 어느 정도 측정이 가능하나, 등심의 깊이는 한우 거세우의 근내지방도로 인해서 밑 경계면이 보이지 않음을 1협동과 제 1세부에게 피드백 제공
- 다음 2차 검증에는 1차 시제품의 주파수 5.0MHz와 초음파 측정 깊이를 80mm에 놓고 등심의 깊이를 측정하기로 함

나) 11월 29일 1차 시제품 50mm 42두 적용하여 성능 및 기능 및 검증

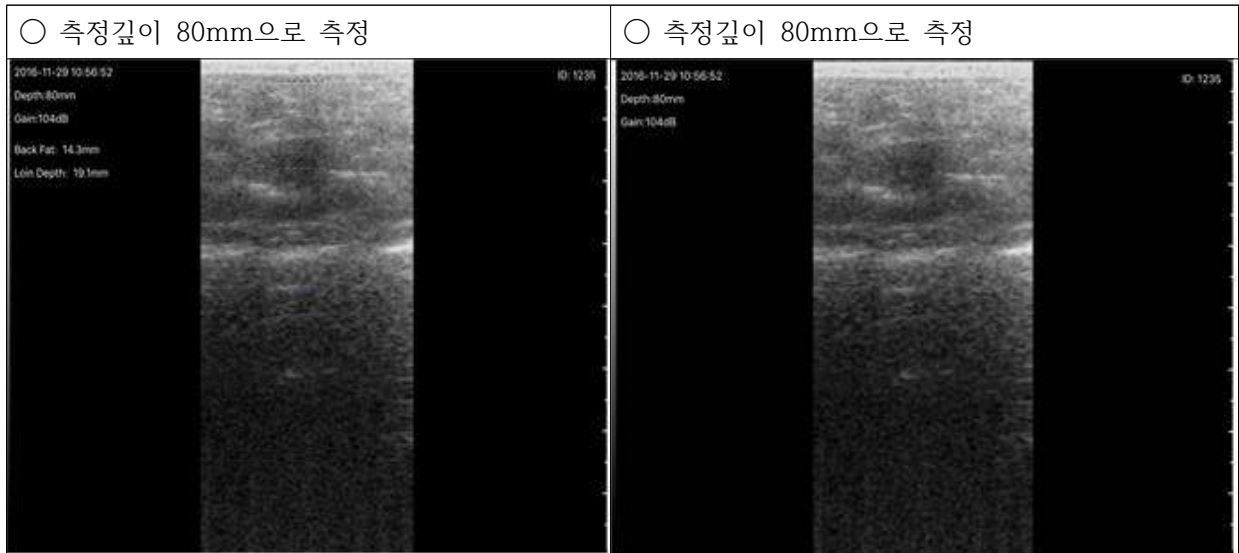


그림 78. 1차 시제품 50mm 2차 검증.

□ 1차 시제품 성능 및 검증 결과를 1세부, 1협동 피드백 제공

- 1차 검증 120mm 측정 시와 2차 검증 80mm 비교 했을 시 별 차이가 없다고 제1협동, 제1세부에 피드백 제공을 함
- 등심의 깊이를 측정하는 방식을 1차 시제품 초음파 주파수를 5.0MHz에서 3.5MHz로 변경해서 측정하기로 제1협동, 제1세부에 피드백 제공을 함
- 측정 시 시제품의 재질이 미끄러운 점과 프리즈(측정) 버튼의 위치가 애매하여 놓칠 수 있다는 문제를 제1협동, 제1세부에 피드백 제공을 함
- 시제품으로 등지방 측정 시 등지방 측정하는 기준이 애매하여 기존 180mm 초음파 비교하여 측정 기준 위치를 정확하게 잡을 필요가 있다고 제1협동, 제1세부에 피드백 제공을 함
- 다음 3차 검증 시 기존 B-mode 초음파 기기 180mm와 간편 B-mode 초음파 기기 50mm 3.5MHz로 같이 측정하기로 제1협동, 제1세부에 피드백 제공을 함

다) 12월 1일 1차 시제품 50mm 58두 적용하여 성능 및 기능 검증

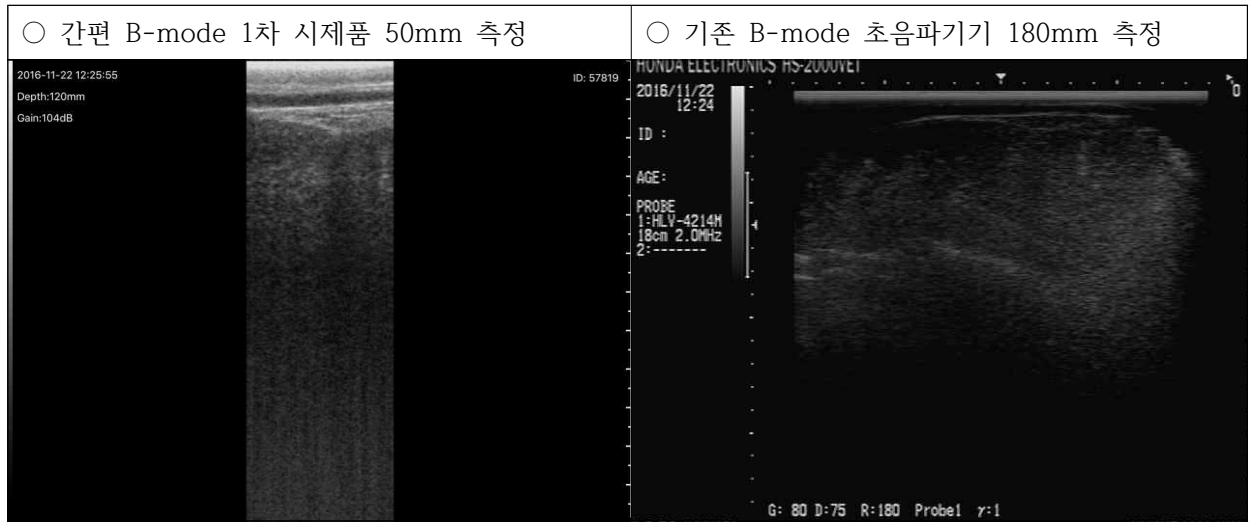


그림 79. 1차 시제품 50mm 3차 검증.

□ 1차 시제품 성능 및 검증결과를 1세부, 1협동 피드백 제공

- 기존 초음파 측정 기기와 비교해 본 결과, 50mm 시제품의 등심의 깊이는 보이지 않았음
- 1차 시제품에서 등지방 두께는 측정이 가능하나, 기존 초음파 측정기와 비교했을 때 등지방 두께 기준점을 잡기 어려웠음을 제1협동, 제1세부에 피드백 제공 함
- 제 1협동에서 제 1차 시제품 3.5MHz 회로 작업 진행 중이라서 4차 검증 때 3.5MHz 50mm 시제품을 성능 및 기능 검증한 후 제1협동, 제1세부 1차 시제품에 대한 최종 검증 피드백을 제공하기로 함

라) 12월 8일 1차 시제품 58두 적용하여 성능 및 기능 검증

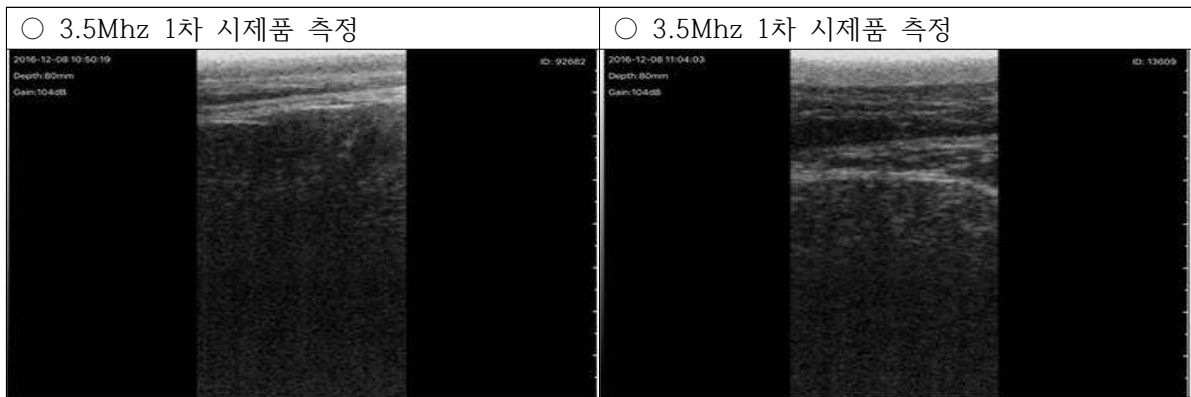


그림 80. 1차 시제품 50mm 4차 검증.

□ 1차 시제품 성능 및 최종검증결과를 1세부·1협동 피드백 제공

- 3.5MHz 초음파 주파수를 변경하여 1차 시제품 검증 결과 등지방 두께는 측정이 가능하나 한우 거세우의 근내지방도로 인해 등심 직경이 측정이 되지 않을
- 1차 시제품 50mm 등지방 측정은 가능하나, 등지방 두께의 측정 사진에 대한 기준의 필요성을 제1협동, 제1세부에 최종적인 피드백을 제공함
- 1차 시제품 50mm으로 거세우의 근내지방도로 인해 등심단면적 및 경계면이 보이지 않아 등심직경을 측정할 수 없다고 최종적인 피드백을 제공함
- 1차 시제품으로는 등심직경 측정할 수 없기 때문에 1세부 등심직경에 의한 등심단면적 계산법과 육량등급 알고리즘을 개발하기에는 무리가 있다고 제 1세부에 최종적인 피드백을 제공함
- 1차 시제품으로는 등심단면적을 측정하기에는 무리가 있다고 결론을 짓고 2차 시제품에 대한 설계 방안 및 요 변경 안에 대한 논의 결과 등심의 깊이 대신 등심의 넓이와 장축의 길이를 측정할 수 있는 180mm 무선 초음파 측정기를 1협동에서 제작하기로 하였음
- 제 1협동에서 2차 시제품 제작하기에 시간이 많이 소요될 것을 감안하여 제 1협동 송강지엘 씨에서 제공한 기존 초음파 측정기기 MYLAB과 제 2협동 평창영월정선에서 제공한 기존 초음파 측정기기 Honda로 데이터 수집을 하여 제 1세부가 기존 초음파 측정기기의 데이터로 기반하여 등심의 장축을 이용한 등심단면적 계산법 개발과 육량등급 알고리즘을 개발하기로 함
- 2차년도 연구수행은 1세부와 함께 초음파 측정 일정 수립 및 농장 설정하기로 함
- 제 1협동에서 2차 시제품이 제작이 되면 초음파 일정에 따라서 시제품에 대한 기능 및 검증하기로 함

[2차년도 연구수행 결과]

- 2차시제품을 시험축 185두에 적용
- 3차시제품을 시험축 315두에 적용

1) 시험축 선정 및 측정시기 및 두수

시험축을 평영정축협이 보유하고 있는 5개 축군 (정선생축장, 위탁농가1, 영월생축장1군, 위탁농가2, 영월생축장2군)의 529두로 선정하였음

<표 19> 시험축 초음파 측정 시기별 월령

측정 장소	사육 두수 (두)	2016년		2017												2018	
		11월	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
정선 생축장	115	23 (월령)	24	25	26	27	28	29	30	출하							
위탁농가 1	100	21 (월령)	22	23	24	25	26	27	28	29	30	출하					
영월생축장 1군	86	20 (월령)	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	출하				
위탁농가 2	139	19 (월령)	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	출하			
영월생축장 2군	89	17 (월령)	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	출하
합계	529																

시험축 529두에 대한 초음파 측정 건수는 총 1,582건이며 측정시기별 측정 건수는 <표 20>에 보이는 바와 같음

<표 20> 시험축 초음파 측정시기별 측정 두수

측정 장소	측정 건수 (건)	2016년		2017												2018	
		11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
정선 생축장	343		116			114		113		출하							
위탁농가 1	284					91		96		97		출하					
영월생축장 1군	284	42			78			78			78		출하				
위탁농가 2	417						139		139			139		출하			
영월생축장 2군	262						88			85				89			출하
합계	1,582																

연구기간 중 실시한 초음파 측정건수와 측정 장비, 기종 등은 <표 21>에 보이는 바와 같음

<표 21> 초음파 장비 기종 사용 현황

측정시기			농가	측정건수	초음파측정장비 기종	월령
년	월	일				
1 년	11	21~23	영월생축장	42	Honda	20
	12	08~09	임계생축장	116	Honda	23
2 차 년	2	21~22	영월생축장	78	Honda, 2차시제품	23
	3	22~23	위탁농가 1	91	MyLab	25
		27~28	정선생축장	114	MyLab	27
	4	18~19	위탁농가 2	139	MyLab	24
		24~25	영월생축장 2군	88	MyLab	22
	5	16~17	영월생축장	78	MyLab	27
		25~26	정선생축장	113	MyLab	29
		29~30	위탁농가 1	96	MyLab, 2차시제품	27
	6	13~14	위탁농가 2	139	Honda	26
	7	6~ 7	영월생축장 2군	85	Honda	25
		19~20	위탁농가 1	97	Honda, 2차시제품	29
	8	29~30	영월생축장	78	MyLab	29
	9	29~30	위탁농가 2	139	MyLab	29
	11	22~23	영월생축장 2군	89	MyLab, 3차시제품	29
합 계				1,582		

2) 제 1협동에서 제공한 2차 시제품을 시험축 271두에 적용하여 기존 B-mode 초음파기기와 비교 및 성능 검증 및 알고리즘 확립을 위한 데이터 수집

- 2차 시제품 검증 일정

<표 22> 2차 시제품 검증 일정

검증차수	검증일	장소	비고
1	2017.02.21.	영월생축장 1군	78두 및 23개월령
2	2017.05.29.	위탁농가 1	96두 및 27개월령
3	2017.07.19.	위탁농가 1	97두 및 29개월령
합계			271 두 검증

가) 2월 21일 2차 시제품 1차 검증

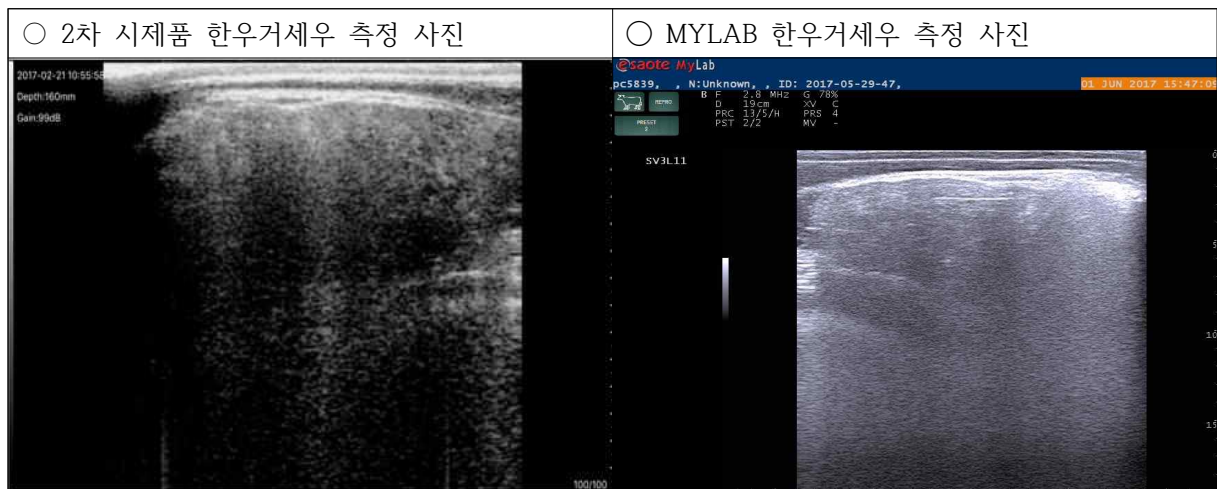


그림 81. 2차 시제품 1차 검증과 기존 MYLAB 초음파 측정 비교.

(1) 2차 시제품 성능 및 검증결과를 1세부, 1협동 피드백 제공

- 2차 시제품 성능 및 검증결과 등지방 두께의 기준점이 육안으로 확인이 가능하지만 기존 초음파 측정 사진과 비교할시 등심단면적을 측정할 때 기준점이 왼쪽 경계면이 화질이 고르지 못하는 점을 제1세부, 제1협동에게 피드백 제공하였음
- 2차 시제품이 아직 미완성이므로 기존 초음파 측정기기 MYLAB 또는 Honda로 알고리즘에 필요한 데이터를 1세부와 함께 데이터 수집하기로 하였음

나) 5월 29일 2차 시제품 2차 검증

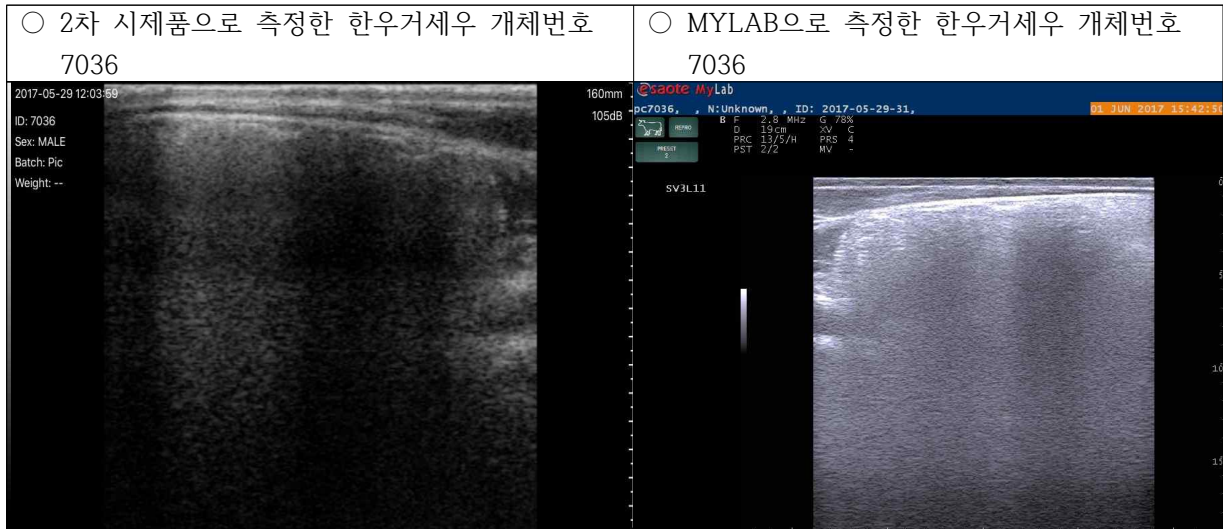


그림 82. 2차 시제품 2차 검증과 기존 MYLAB 초음파 측정 비교.

(1) 2차 시제품 성능 및 검증 결과를 1세부, 1협동 피드백 제공

- 2차 시제품 성능 및 검증 결과 기존기기와 비교 했을 때 화질이 선명하게 보이지 않음
- 2차 시제품 화질이 검은 띠에 가려져 육안으로 보기 어렵다는 피드백을 1세부, 1협동 제공
- 2차 시제품 검증 두수 185두에 적용하였으나 아직 미완성이므로 3차 시제품에 적용 해야 두수를 2차 시제품 검증 두수에 적용하기로 하였음
- 2차 시제품이 아직 미완성이므로 기존 초음파 측정기기 MYLAB 또는 Honda로 알고리즘에 필요한 데이터를 1세부와 함께 데이터 수집할 예정

다) 7월 21일 2차 시제품 최종 검증

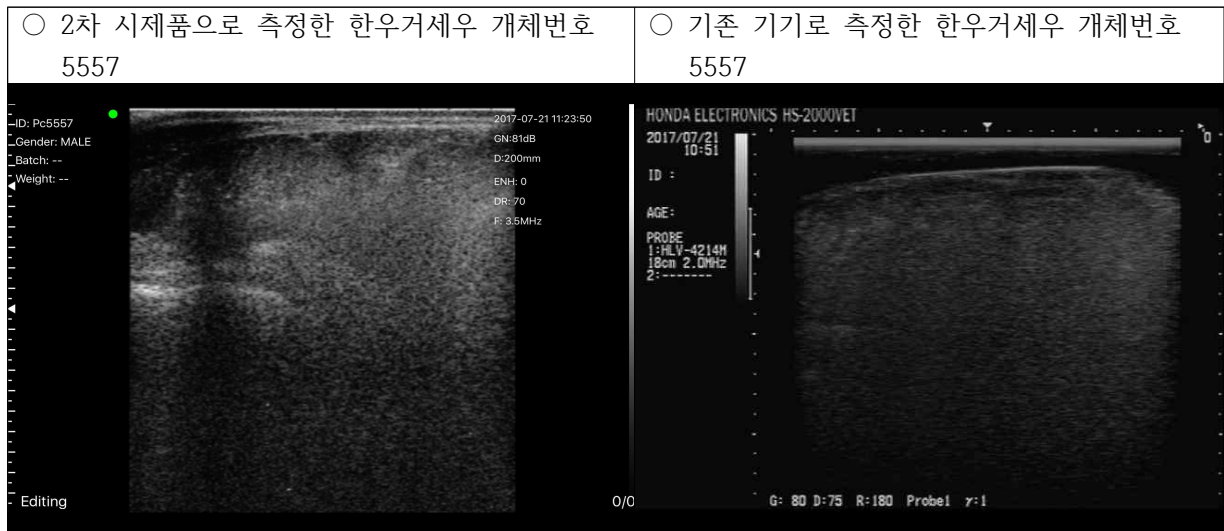


그림 83. 2차 시제품 최종 검증과 기존 Honda 초음파 측정 비교.

(1) 2차 시제품 성능 및 최종 검증에 대한 피드백과 회의

- 2차 시제품 성능 및 최종검증결과 1차 검증과 2차 검증 비교했을 때 등심단면적이 잘 보이지만 중간에 검은색 띠가 보여서 등심단면적 측정할 때 방해가 된다고 피드백 하였음
- 2차 시제품 성능 및 최종검증결과 등심단면적 및 경계면이 육안으로 확인이 되지만, 기존 초음파 기기와 비교할 시 등심단면적 및 경계면 화질 보완이 필요하다고 제1협동에 피드백 하였음
- 1협동에서 2차 시제품의 화질을 보완하여 3차 시제품(최종 시제품)을 제작하겠다고 함
- 1협동에서 2차 시제품을 보완하여 3차 시제품을 제작하는 동안 제 1세부와 함께 기존 초음파기기로 자료를 수집하기로 하였음
- 3차 시제품에 대한 검증은 제 1협동 3차 시제품 제작 속도에 따라 검증하기로 했음
- 3차 시제품 검증 때 화질이 고르게 나오지 않는 것을 대비하여 스탠드 오프 제작을 하여 측정하기로 함

3) 제 1협동에서 제공한 3차 시제품을 시험축 315두에 적용하여 기존 B-mode 초음파기와 비교 및 성능 검증 및 알고리즘 확립을 위한 데이터 수집

- 3차 시제품 검증 일정

<표 23> 3차 시제품 검증 일정

검증차수	검증일	장소	비고
1	2017.11.22	영월생축장 1군	89두 및 29개월령
합계			89두 검증

가) 11월 22일 3차 시제품 최종 검증

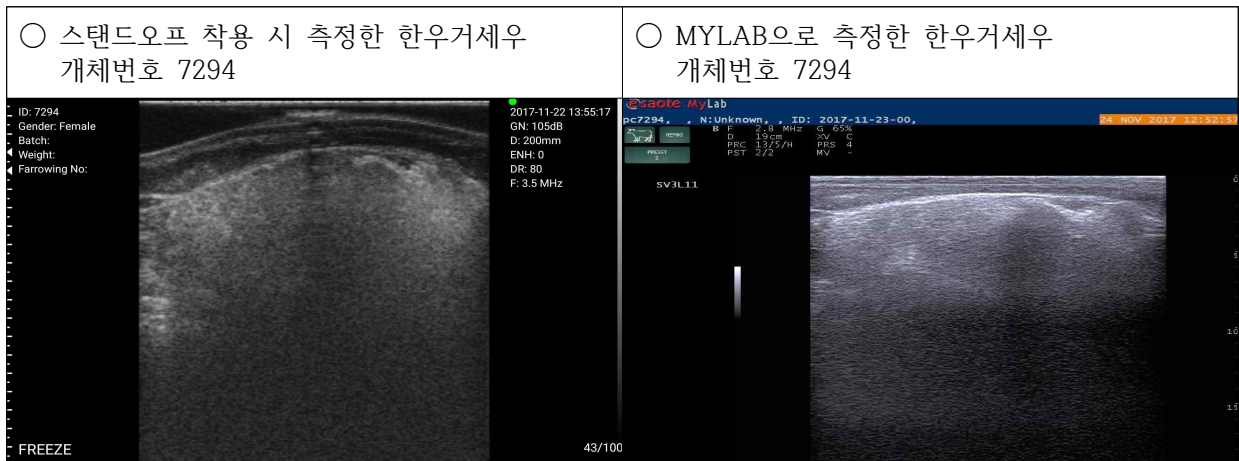


그림 84. 3차 시제품 최종 검증.

(1) 3차 시제품 성능 및 최종 검증에 대한 회의

- 스탠드오프 미착용 시 3차 시제품에 대한 측정 결과 2차 시제품 보다 등심단면적을 판별할 수 있을 정도로 화질이 개선되었음
- 스탠드오프 미착용 시 3차 시제품에 대한 측정 결과 등심단면적을 판별할 수 있을 정도로 화질이 개선되었지만 등심단면적을 결정할 등심 밑 경계면에 대한 화질이 선명하지 않음
- 화질이 선명하지 않은 것을 대비하여 3차 시제품에 스탠드오프 착용 시 측정 결과, 스탠드오프 미착용 시보다 등심단면적을 결정할 등심 밑 경계면에 대한 화질이 더 선명하게 나옴
- 스탠드오프 착용 시 측정 결과 미착용 시보다 근내지방도를 판별하기 용이함
- 스탠드오프 착용 시 기존 측정기기 화질과 비교 해봤을 때 기존기기를 대체 할 수 있을 정도로 화질이 개선됨

제 3절 연구비 집행실적

1. [제 1세부: 한국육류연구소]

가. 1차년도 연구비 집행 실적

(단위: 천원)

비목	금액		계획금액	사용액	잔액	비고
	세목					
직접비	인건비	현금	27,389	27,389	0	
		현물	14,100	14,100	0	
	연구장비·재료비	현금	1,545	1,545	0	
		현물				
	연구과제추진비		1,003	993	10	이자반영
	연구활동비		10,791	10,791	0	
	연구수당		4,770	4,770	0	
	위탁연구개발비		0	0	0	
간접비	간접비		0	0	0	
연구개발비 총액			59,598	59,528	10	2차년도 이월반영

나. 2차년도 연구비 집행 실적

(단위: 천원)

비목	금액		계획금액	사용액	잔액	비고
	세목					
직접비	인건비	현금	75,350	75,350	0	
		현물	40,800	40,800	0	
	연구장비·재료비	현금	710	710	0	
		현물				
	연구과제추진비		9,242	9,242		이자반영
	연구활동비		38,731	38,731	0	
	연구수당		12,250	12,250	0	
	위탁연구개발비					
간접비	간접비		3,000	3,000	0	
연구개발비 총액			177,385	177,385	0	2차년도 이월반영

2. [제 1협동: 송강지엘씨]

가. 1차년도 연구비 집행 실적

(단위: 천원)

비목	금액		계획금액	사용액	잔액	비고
	세목					
직접비	인건비	현금				
		현물	6,000	6,000	0	
	연구장비· 재료비	현금	18,700	15,399	3,300	
		현물				
	연구과제추진비		780	952	-172	이자반영
	연구활동비		250	0	250	
	연구수당		970	970	0	
	위탁연구개발비					
간접비	간접비					
연구개발비 총액			26,700	23,321	3,378	2차년도 이월반영

나. 2차년도 연구비 집행실적

(단위: 천원)

비목	금액		계획금액	사용액	잔액	비고
	세목					
직접비	인건비	현금				
		현물	18,000	18,000	0	
	연구장비· 재료비	현금	50,400	54,957	-4,557	변경예산반영
		현물				
	연구과제추진비		2,885	1,971	914	이자반영
	연구활동비		8,700	6,717	1,983	변경예산반영
	연구수당		3,420	3,420	0	
	위탁연구개발비					
간접비	간접비					
연구개발비 총액			83,405	85,065	-1,660	사업비 부족으로 자부담 입금

3. [제 2협동: 평창영월정선축협]

가. 1차년도 연구비 집행실적

(단위: 천원)

비목	금액		계획금액	사용액	잔액	비고
	세목					
직접비	인건비	현금	7,740	0	7,740	
		현물	6,900	0	6,900	
	연구장비·재료비	현금	4,100	2,097	2,193	
		현물	0	0	0	
	연구과제추진비		8,760	7,728	1,034	
	연구활동비		300	300	0	
	연구수당		2,900	2,900	0	
	위탁연구개발비		0	0	0	
간접비	간접비		0	0	0	
연구개발비 총액			30,700			

나. 2차년도 연구비 집행실적

(단위: 천원)

비목	금액		계획금액	사용액	잔액	비고
	세목					
직접비	인건비	현금	23,981	23,981	0	
		현물	20,400	20,400	0	
	연구장비·재료비	현금	9,228	6,096	3,131	
		현물				
	연구과제추진비		31,000	24,664	6,335	
	연구활동비		900	0	900	
	연구수당		8,419	7,250	1,169	
	위탁연구개발비		0	0	0	
간접비	간접비		0	0	0	
연구개발비 총액			93,928	82,391	11,535	

□ 중요 연구변경 사항

1. 간편 B-mode 초음파장비를 개발함에 있어서, 50mm 프로브로 측정된 결과, 초음파 증폭비의 한계치 때문에 비육이 잘된 거세우의 등심을 측정하기에는 무리가 있으므로 2차 시제품에 대한 설계 방안 및 주요 변경 안에 대한 논의를 통해 등심의 깊이 대신 등심의 폭을 측정할 수 있는 180mm 프로브를 이용한 무선 초음파기기를 제작하기로 방향을 수정하였음

제 4절 연구개발성과

1. 연구성과

가. 연구개발결과의 성과 및 활용목표 대비 실적

성과 목표	사 업 1										연구기반지표								
	지 식 재산권			기술 실시 (이전)		사 업 화					기술 인증	학술성과		교 육 지 도	인 력 양 성	정 책 활 용 홍 보		기 타 (타연구활용등)	
	특 허 출 원	특 허 등 록	품 종 등 록	건 수	기 술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치		논 문				학 술 발 표	정 책 활 용		홍 보 전 시
												S C I	비 S C I						
최종목표	2			1		0						1	1						
1차년도																			
2차년도	2			(2)		1						0	0						
소 계	2			(2)		1						0	0						
종료 1차년도							700		1										
종료 2차년도	2			2		1	1,750		1										
종료 3차년도							3,500		1										
종료 4차년도							3,500												
종료 5차년도							3,500												
소 계						1	16,450		3										
합 계	1			2		1	16,450		3										

나. 특허 성과

출원된 특허의 경우				
출원연도	특허명	출원인	출원국	출원번호
2017	소의 배최장근 단면적 간접 측정용 배최장근 유형 모델링 방법	(주)한국육류연구소	대한민국	10-2017-0185004
2018	소의 배최장근 단면적 간접 측정용 배최장근 유형 모델링 방법 및 이를 이용한 소의 등심단면적 측정방법	(주)한국육류연구소	대한민국	10-2018-0018004

다. 기술실시(이전)

등록된 기술실시의 경우				
실시연도	기술명	실시기관	기술국	기술유형
2018	소의 배최장근 단면적 간접 측정용 배최장근 유형 모델링 방법	(주)한국육류연구소	대한민국	특허출원
2018	간편 B-mode 초음파 출하진단기 개발 기술	(주)송강지엘씨	대한민국	노하우

2. 연구결과의 활용방안 및 기대성과

가. 활용방안

- 본 연구 개발 결과인 육량진단프로그램 개발과 디바이스 개발을 활용하여 농가에 현실적이고 과학적인 비육우 사양 관리 기법을 보급하여 객관적 자료의 수집 및 활용으로 신뢰성을 높이고 또한 간접적으로 농가의 소득 증대 외에 직, 간접적 경제적 이득 효과를 발생
- 본 연구 개발 결과를 통하여 관련 연구, 학회 등에 객관적인 지표와 연구 자료로 활용하여 한우뿐만 아니라 양돈, 양계 기타 축종에 적극 활용 예정
- 세계 최초의 한우 거세우 출하 시기 측정기 개발을 통하여 직, 간접적인 다양한 홍보와 기존의 마케팅을 이용하여 내수뿐 아니라 해외 수출 아이템으로 활용하고자 함

나. 기대성과 및 파급효과

- 기술적 측면
 - ICT융합기술을 이용하여 스마트 팜 축산기자재 기술 축적과 장비보급
 - 축산 선진국에 기자재 수출을 위한 원천기술 확보
 - 출하시기진단기 (간편 B-모드)개발로써 기존 초음파육질진단기(기존 B-모드)의 사용 불편 보완
 - 초음파 진단기와 분석프로그램, 스마트폰 어플리케이션을 연동한 세계 최초의 사양관리 툴 개발
- 경제적·산업적 측면
 - 한우거세우의 출하시기를 진단해줌으로써 출하적정시기 진단 및 과비육(C등급) 예방
 - 한우농가는 육량 C등급판정으로 초래되는 경락가격하락을 미연에 방지 가능
 - 국가적으로는 농후사료의 낭비를 절감시킴으로써 한우고기 생산성을 높임으로써 가격경쟁력 제고 및 사료수입 외화 절감 가능
 - 한우 사양관리 기술의 과학화 와 선진화하여 고급육생산성을 높임
 - ‘한우 거세우 출하시기 진단기’를 이용하여 효율적인 개체관리가 가능하여 농가소득 증대효과

다. 사업화계획

(1) 생산계획

구분		(2018 년) 개발 종료 후 1년	(2019 년) 개발 종료 후 2년	(2020 년) 개발 종료 후 3년
국 내	시장 점유율 (%)	20	65	100
	판매량(단위: 본)	100	300	500
	판매단가(원)	6,000,000	6,000,000	6,000,000
	국내매출액(백만원)	600	1,800	3,000
해 외	시장 점유율 (%)	1	7	15
	판매량(단위: 본)	100	300	700
	판매단가(\$)	5,500	5,500	5,500
	해외 매출액(백만\$)	0.55	1.65	3.85
당사 생산능력1)		100%	100%	100%

(2) 투자계획

항목		(2018 년) 개발 종료 후 1년	(2019 년) 개발 종료 후 2년	(2020 년) 개발 종료 후 3년
매출원가1)		500	1,500	3,000
판매관리비2)		60	180	360
자본적 지출	토지	0	0	0
	건물/건축물	0	300	0
	기계장치등	100	100	0
자본적지출 합계		660	2,080	3,360

(3) 사업화 전략

가. (주)송강지엘씨

구분	구체적인 내용
형태/규모	<ul style="list-style-type: none"> o 상용화 형태: 초음파 센서, 갤럭시 탭(통신 단말기), 충전기로 구성된 축산분야 한우출하 측정기 완제품 o 수요처: 소 사육농가, 축협, 사료회사, 한우컨설팅 업체 등 o 예상 가격: 18백만원 o 개발 투입인력 및 기간 : 연구원 및 필드 테스트 요원 포함 16명 내외의 인원으로 16개월 간 연구 및 개발 완료
상용화 능력 및 자원보유	<ul style="list-style-type: none"> o 송강지엘씨는 이미 초음파 진단기를 양산하여 판매하는 회사로 성남 2, 3공단 내 연구소 및 공장을 보유하고 있어 본 개발 제품을 상용화할 수 있는 제조 설비를 확충하고 있으며 년차별 인원 충원 및 설비 증설로 시장 수요에 적극적 대응이 가능함

	<ul style="list-style-type: none"> ○ 한국육류연구소는 재직중인 연구원들과 알고리즘 구현이 가능한 프로그래밍뿐 아니라 지속적인 서버 구축 및 db 관리를 통하여 상용화될 프로그램의 꾸준한 업데이트가 가능함
상용화 계획 및 일정	<ul style="list-style-type: none"> ○ 개발이 완료되는 2017년 12월 이전에 개발 제품의 양산을 위한 설비 확충은 물론 2018년도 마케팅 계획에 따라 2018년 3월 본격적인 양산을 시작하여 2018년 6월부터 차질 없이 시판에 들어갈 계획임 ○ 사업화 계획에 언급된 내용처럼 2018년 1월부터 본격적인 마케팅을 바탕으로 완제품을 6월부터 판매를 시작하여 최소 1차년도 200대, 2차년도 600대 생산 목표. 1차년도 생산을 위한 투자비 6억6천만원, 2차년도 4억6천, 하반기 2억을 투자하여 최소한으로 위험을 줄이며 예상 판매수량에 차질 없이 생산을 가동할 계획임

(4) 사업화를 위한 비즈니스 모델

가. BM 수립 배경

고가의 장비와 전문가를 동원하여 출하시기에 초음파를 측정하여 개체를 출하하는 현재 시스템의 근본적인 문제를 개선하고 대안을 마련하고자 한우출하측정기 개발 목표를 수립. 농장주가 직접 한우거세우의 출하시기를 진단해줌으로써 출하적정시기 진단 및 과비육(C등급) 예방을 바탕으로 농후사료의 낭비를 절감시킴으로써 한우고기 생산성을 높임으로써 농가의 수익 증대는 물론, ICT융합기술을 이용하여 스마트 팜 축산기자재 기술 축적과 장비보급을 통한 축산 선진국에 기자재 수출을 위한 원천기술 확보를 목표로 수립하게 됨

나. BM 목표 및 핵심경쟁요인

(1) BM 목표

- Wi-Fi통신이 가능한 고성능 소형 정밀화한 초음파 프로브 개발
- 개체 관리에 중요 판단이 되는 알고리즘을 구현하는 핵심 관리프로그램 개발
- 관리프로그램과 연동하여 상시 데이터를 축적하고 실시간으로 확인이 가능한 앱 개발

(2) 핵심경쟁요인

- 제조사 별 초음파 장비의 가격, 기능, 용도: 한우 전용 초음파 장비는 전무 함
- 정확도 : 초음파 이미지를 측정하고 분석하는 기술력

다. 목표 시장 구조

(1) 경쟁기업 현황

(가) 경쟁기업 현황

- 국내 경쟁사는 삼성메디슨이 유일한 초음파 제조사로 관련 분야 메디칼 장비 제조로 세계적인 수준을 갖추고 있으나 축산분야에 대한 전문성이 결여됨
- 기존 고가의 초음파 장비를 이용하여 한우농가의 컨설팅을 제공하는 사료회사, 축협

(나) 경쟁구조

- 본 한우출하측정기는 전문가가 단순 초음파 센싱으로 육질을 판단하는 기존의 시스템과 달리 농장주가 직접 사양관리를 겸하며 출하시기를 편리하게 측정할 수 있기 때문에 세계적으로 경쟁 상대는 없는 상태임

(2) 시장진입 장벽

- 기성세대 농장주 또는 농장의 사양관리 책임자의 사전 인식 전환이 필요 함
- 세계최초의 자가용 사양관리 프로그램을 서버를 구축하여 농장주 스마트폰의 앱을 통한 개체정보의 실시간 입력과 결과를 확인하는 획기적인 시스템을 어렵게 이해하고 스마트폰, 아이패드, 갤럭시 탭 등을 다루는데 미숙하여 회피할 수 있는 상황임
- 이에 사전 매뉴얼 작성 및 교육 프로그램 개발과 지속적인 사후관리 시스템을 구축

라. 수익 확보 전략

(1) 주요 고객군

- 축산 농가, 축협, 사료회사, 컨설팅 회사 등

(2) BM의 수익창출 방안

- 한우출하측정기는 기존 시스템에 비하여 인력이나 장비의 비용을 1/10수준으로 낮추었고, 동반되어 발생하는 부가가치는 금액적 환산이 어려울 만큼 활용도가 많은 제품임

(3) 농가 측면

- 장비의 활용에 따른 사료 절감, 적정한 시기에 고급한우를 출하함으로써 수익 발생
- 기존 시스템의 경우 등급 오판정 만으로 크게는 두당 2백만 원까지 손실을 입고 있음

(4) 국가 측면

- 정부에서 추구하는 ICT 산업과 접목한 첨단 스마트팜의 일환으로 전략적 수출 및 내수축산 농가의 생산 원가를 절감하고 고급육 생산으로 수입을 올려줄 수 있는 획기적 품목임
- 내수 농가 6,000곳 사료회사 대리점 포함 1,200여 곳, 각 지역 축협 등 적극적인 마케팅과 사후 관리를 통하여 수익 창출이 가능하며 다른 축종에도 적합하게 프로그램을 업그레이드하여 예측 가능한 수요를 훨씬 뛰어 넘는 거대 수익을 창출할 수 있는 것으로 기대됨

제 4장 목표 달성도 및 관련분야에 대한 기여도

제 1절 목표달성도

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용	
1차년도 (2016)	[1세부] 한국육류 연구소 소도체 육량등급 예측 알고리즘 의 개발을 위한 데이터 분석	● 소도체 육량등급 예측 알고리즘 개발을 위한 1단계 데이터 베이스 구축	100	▪ 제 2협동에서 제공하는 소도체 초음파 영상 데이터를 이미지계 측소프트웨어를 통해 계량화	
			100	▪ 해당 도체에 대한 등급 판정결과 와 초음파 영상데이터 판독결과 와의 상관관계를 통계적 으로 규명	
			100	▪ 제 2협동에서 보유하고 있는 소 도체 등급판정기록을 토대로 등 심단면적의 예측 모델에 필요한 통계 분석실시	
		● 소도체 육량등급 예측 알고리즘 버전 1.0 개발	100	▪ 알고리즘 구현을 위한 사전 논문 및 문헌 조사	
			100	▪ Raw Data 기초 통계 분석 및 상관분석 실시	
			100	▪ 알고리즘 예행 분석	
	[제 1세부 위탁] 썬크엠 한우출하 진단시스 템구동 서버 구축	● 출하진단시스템 구동 서버 구축 및 안드로이드 계열 모바일 앱 초기단계 수준 제작	100	▪ 분석단계 -요구사항 -기술구조	
				▪ 환경구축 - 서버설치 - 데이터베이스 설치 - 테이블 생성 - 개발환경 구축	
			● 5MHz 프로브 탐촉자 제작	100	▪ 본체와 연결하여 Data sheet의 내용과 동일성 여부 테스트, 발 진과 반사파형 분석 결과 양호

	[제1협동] 송강지엘씨	● 스캔 컨버터와 스캐너 개발	100	<ul style="list-style-type: none"> 초음파 증폭 및 반사파 수집 회로의 정밀도는 높이고 1차 PCB 제작을 위한 회로도 구성 완료 PCB 제작 업체 섭외
	무선 와이파이 간편 B-mode 육량진단기 제 1차 시제품 개발	● Wi-Fi 모듈 구성	100	<ul style="list-style-type: none"> 삼성전기 제품 외에 추가적으로 샘플 제품을 추가 구매하여 특성 테스트를 마치고 가장 성능이 좋은 XBee 사의 XB2B-WFUT-001로 제품 선정
		● 화상 측정용 어플리케이션 개발	100	<ul style="list-style-type: none"> 애플의 아이패드용 어플은 개발 완료하여 이미지 테스트 성공. 안드로이드용 어플 개발 완료 1차 시제품의 화상 이미지측정은 아이 패드로 개발하여 1세부에 전달
		● 1차 시제품 제작	100	<ul style="list-style-type: none"> 전체적인 연구개발 수행을 통하여 11월 완료
2 차 년 도 (2017)	[제2협동] 평창영월정 선축협	● 자체 보유하고 있는 기존의 B-mode 초음파 영상파일을 제1세부와 함께 분석	100	<ul style="list-style-type: none"> 1세부에 대한 영상파일제공 완료 추후 영상파일에 대한 소의 사양자료를 추가로 제공 초음파 영상파일에 대한 분석 진행
	개발되는간편 B-mode와기 존 B-mode 초음파 육질육량진단 현장 비교·검증	● 제1협동에서 제공한 1차시제품 시험축 200두에 적용하여 성능 및 기능 검증	100	<ul style="list-style-type: none"> 11월 1차 42두 검증 완료 12월 2차 44두 검증 완료 12월 3차 116두 검증 완료
	● 기존 B-mode 초음파 기기와의 결과를 비교 분석 후 결과를 제1세부와 제1협동에 피드백	100	<ul style="list-style-type: none"> 시험축 202두에 대한 성능 및 기능 검증을 하는 동안 1세부와 같이 측정하면서 업무회의 업무회의 동안에 피드백전달 	

2 차 년 도 (2017)	[제 1세부] 한국육류연 구소	● 육량등급 예측 알고리즘 개발	100	<ul style="list-style-type: none"> 제1세부에서 용역을 통해 개발한 초음파영상계측 소프트웨어 (KMRI-USONIC)를 통해 얻어지는 등지방두께와 등심폭으로부터 등심단면적을 추정하는 알고리즘을 개발하고, 그로부터 향후 특정일에 예상되는 육량등급을 예측하는 알고리즘을 개발하였음
	과비육 예방 출하시기결 정 초음파 출하진단 시스템 개발	● 한우 출하진단시스템 구동 서버 구축 및 안드로이드 계열 모바일 앱 개발 [제 1세부-용역] 썬크앱	100	<ul style="list-style-type: none"> 제1협동 시제품의 원시앱 (기초어플리케이션)과 KMRI-USONIC으로부터 얻어지는 값을 제1세부가 독자적으로 개발한 알고리즘에 적용시킬 수 있도록 서버를 구축하고, 그 결과값을 갤럭시 탭에서 구현시킬 수 있는 안드로이드 앱을 제작
	[제 1협동] 송강지엘씨	● 2차 시제품 제작	100	<ul style="list-style-type: none"> 1차시제품의 성능 검증 결과를 피드백 받아 1세부와 구체적인 업그레이드 방안 도출 기존 50mm 탐촉자에서 180mm 대형 탐촉자로 진동자를 바꾸고 새로운 회로도 구성 및 pcb 제작 목업제작을 완료하고 2차 시제품 제작 마무리 1세부와 2협동과 같이 4회에 걸쳐 현장 적용 시험 진행 안드로이드용 원시앱의 개발 완료 및 Smart Hanwoo 명명
	무선 Wi-Fi 육량 진단 초음파 진단기 개발	● 3차 시제품 제작	100	<ul style="list-style-type: none"> 2차 시제품의 현장 적용 시험 결과를 피드백 받아 최종 3차 시제품 업그레이드 사양 결정 3차 시제품 제작을 위한 금형의 제작 완료 원시 앱의 기능 업그레이드 완

				<p>료 및 파일 형식 표준화. 이미지는 jpg, 동영상은 mp4, 데이터 파일은 txt로 저장 및 출력</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 스탠드오프의 제작 ▪ 현장 적용 성능 시험을 통하여 제품의 신뢰성 확보
		<ul style="list-style-type: none"> ● 4차 시제품 국가 공인 기관 위탁성능검증 실시 	100	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 2017년 8월 16일 한국기계전기전자 시험 연구원에 전자파 시험 의뢰하여 시험 성적서 획득 ▪ 국립 전파 연구원 10월 13일 전파 인증서 획득
	<p>[제 2협동] 평창영월정 선축협</p> <p>개발되는 간편 B-mode와 기존 B-mode 초음파 육질육량 진단 현장 비교·검증</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 2차년도 상반기에 제1협동에서 제공한 2차 시제품을 시험축 185두에 적용 ● 2차년도 중반기에 제 1협동에서 제공한 3차 시제품을 시험축 315두에 적용 	100	<ul style="list-style-type: none"> • 제작된 2차 시제품 간편 B-mode로 시험축 271두 측정 • 제작된 3차 시제품 간편 B-mode로 시험축 89두 측정

제 2절 관련분야 기여도

1. 개발된 한우출하 진단 시스템은 한우거세우의 출하시기를 진단해줌으로써 출하적정시기 진단 및 과비육 C등급 예방함으로써 한우 농가에 육량 C등급 판정으로 초래되는 경락가격 하락을 미연에 방지 가능과 사료비를 낮춤으로써 한우농가에 경제적 이익 효과를 줄 수 있음
2. 기존의 B-mode 초음파 진단은 한우농가가 초음파 진단 전문가 비용을 지불하여 초음파 영상을 두께, 면적 등의 물리적 수치를 고려한 분석 방식이 아닌 목측을 통하여 육질과 육량의 상태를 판단해왔음
 - 한우 출하 진단 시스템은 기존 B-mode로 촬영되었던 영상 데이터를 기반으로 등심단 면적과 등지방두께의 수치를 데이터베이스화하여 한우 출하 진단 시스템에 구축되어 있는 한우출하진단 알고리즘을 통하여 전문가 없이 농장 자체적으로 육량진단이 가능함으로써 한우농가가 자체적으로 더 체계적인 한우개체 관리와 농가의 경제성을 높일 수 있음
3. 기존의 B-mode 초음파 진단기는 측정하기 전에 초음파 진단기를 보정틀 밖에 설치하여 측정하기 때문에 인력이 소요가 된다. 또한 프로브(측정진단기)가 유선이어서 장비 고장이 잦고 측정자가 다치는 경우도 발생하고 있음
 - 이에 반해 본 과제에서 개발된 간편 B-mode 초음파 진단기는 기존 초음파 진단기에 비해 가격도 경제적이고 무선이어서 노동력과 시간이 절약됨으로써 컨설팅 회사와 한우농가에 경제적 이익을 기여할 수 있음
4. 개발된 한우 출하진단시스템과 간편 B-mode 초음파 진단기는 정부에서 추구하는 ICT융합기술을 이용한 Smart Farm에 축산기자재 기술 축적과 장비보급을 함으로써 ICT융합기술 보급에 많은 기여할 수 있음
5. 개발된 한우 출하진단시스템과 간편 B-mode 초음파 진단기는 축산 선진국에 기자재 수출을 위한 원천기술 확보를 하여 국가적 경제적 이익에 기여할 수 있음

제 3절 평가의 착안점 및 기준

구분	세부연구개발 목표	가중치	평가의 착안점 기준	
1 년 차	1 세 부	○ 소도체 육량등급 예측 ‘알고리즘’의 개발을 위한 데이터 분석	10%	○ 이미지 프로그램을 통한 등지방두께에 따른 면적 산정 알고리즘 확립 여부 ○ 기존의 데이터를 알고리즘 계산식에 대입하였을 때 등급판정 결과와의 부합여부
	1 협 동	○ 한우 육량등급 간편 측정 Wi-Fi 무선 B-mode 초음파 진단기 1차 시제품 개발	20%	○ 기존 B-mode와 비교 측정시 측정값의 정확도 ○ 개발된 stand off 사용시 측정된 등지방 두께 수치의 정확도
	2 협 동	○ 개발되는 간편 B-mode와 기존 B-mode 초음파 육질육량진단 현장 비교·검증	20%	○ 보유하고 있는 기존의 B-mode 초음파 영상파일을 제 1세부와 함께 분석 ○ 제 1협동에서 제공한 1차 시제품과 기존 B-mode 초음파기기를 200두에 적용하여 성능 및 기능검증
2 년 차	1 세 부	○ ‘소도체 육량등급 예측 알고리즘’구축 및 모바일 어플리케이션 개발	15%	○ 오차율 15% 이하 부합 여부
	1 세 부 용 역	○ 사용자 편의가 최적화된 서버연동 어플리케이션 개발	15%	○ 애플스토어, 구글스토어 게시 여부 ○ 실제 사용 시 매끄럽게 잘 돌아가는지 여부
	1 협 동	○ 시제품의 보완 및 1세부 알고리즘을 탑재하여 최종 제품 출시	10%	○ 측정자에 따른 측정 범위(각도) 오차 최소화 여부 ○ 공인시험기관으로부터의 인증 여부
	2 협 동	○ 개발되는 간편 B-mode와 기존 B-mode 초음파 육질육량진단 현장 비교·검증	10%	○ 초음파 측정 일정 수립 및 농장 설정 ○ 제 1협동에서 제공한 2차 시제품을 시험축 185두에 적용하여 기존 B-mode 초음파기기와 성능 및 비교 검증 ○ 제 1협동에서 제공한 3차 시제품을 시험축 315두에 적용하여 기존 B-mode 초음파기기와 성능 및 비교 검증

제 5장 연구결과의 활용계획

제 1절 연구개발의 활용방안

본 연구를 통하여 개발된 한우출하진단시스템을 탑재한 간편 B-mode 초음파 측정기기 (HUS-4)는 장비 무게 경량화 (6Kg→600g) 와 유선에서 무선으로 변경함으로써 간편하게 측정이 가능함

- 또한, 한우농가가 한우출하진단시스템에 구축되어 있는 한우출하진단 알고리즘을 통하여 전문가의 도움 없이 농장 자체적으로 육량 C등급출현을 예방함으로써 한우 농가에 C등급 판정으로 초래되는 경락 가격 하락을 미연에 방지하고, 또한 경제적인 사육기간 관리를 통하여 사료비를 경감시켜 한우사육농가에 경제적 이익 효과를 줄 수 있음

본 한우출하진단시스템을 통해서 축적되는 데이터베이스는 브랜드, 지역, 작목반 등에서 소속 한우사육농가의 사양지도에 활용될 수 있을 뿐 아니라, 범 국가적 빅데이터 구축 및 활용에도 이용될 수 있음

- 또한 동 한우출하진단시스템을 탑재한 HUS-4는 ICT 융합기술을 이용한 스마트 팜 운영시스템에도 활용 할 수 있음

본 제품은 최종 확인을 거쳐, 금년도(2018년) 6월 출시할 예정임

제 2절 사업화 가능성 SWOT 분석

강점(Strength)	약점(Weakness)
<ul style="list-style-type: none"> - 한우출하진단시스템은 세계 최초로 개발되었음 - 한우출하진단시스템은 초음파 진단 전문가가 아닌 일반 사육농장주도 이용할 수 있음 	<ul style="list-style-type: none"> - 본제품은 중저가로 기획하였기 때문에, 고가의 다른 기종에 비해 초음파 화질이 다소 떨어진다고 평할 수 있음
위기(Threat)	기회(Opportunity)
<ul style="list-style-type: none"> - 의료 기기의 발전속도가 빨라 무선 초음파 기기가 더 많이 더 다양하게 개발 될 가능성이 있음 	<ul style="list-style-type: none"> - 기왕에 보급되어있는 초음파진단기는 대부분이 전문가용이기 때문에, 일반 사육농장주의 이용은 쉽지 않음

제 3절 추가연구 필요성

1. 한우출하진단시스템 정확도 향상 연구

가. 등급 예측정확도 제고

- (1) 등급 예측 정확도를 높이기 위해 새로운 방식으로 보정계수를 구할 계획임
- (2) 등지방층의 유형을 분석하여 C등급출현율 예측공식에 접목시킬 계획임
- (3) 예측값과 도축후 등판결과를 비교하여 정확성검증을 계속해 나가기 위하여, 제2협동기관인 평영정축협과 현장연구를 계속 추진할 계획임 (3월말~5월중순에 300두 추가진단예정)

나. 초음파 이미지 영상 패턴 인식률 제고 연구

- (1) 본 연구에서 개발한 KMRI-USONIC 프로그램을 계속하여 개선시킬 계획임
- (2) 원시업(Smart Hanwoo)에서 데이터 획득 포인트를 표시하면, 사용자가 등지방두께와 등심직경을 보다 정확하게 측정하게 함으로써 육량등급 진단의 정확도를 높일 수 있을 것으로 기대함

2. 한우출하진단시스템의 활용도 제고 방안 강구

가. 한우사육농가 출하관리 프로그램 개발

본 출하진단시스템이 한우사육농가에서 사용되면서 서버에 자동축적되는 농가별 한우사육현황 및 출하내역을 분석하는 출하관리프로그램을 개발하여 농가별 사육현황 및 출하관리 리포트를 이용 농가에게 제공할 계획임

나. 한우출하진단시스템의 범용화

본 진단시스템은 HUS-4에 최적화되어있지만, 현장에 기 보급되어있는 타 기종(Honda, 삼성메디슨 등)에도 연계할 수 있도록 범용화를 계획하고 있음

3. 개발 제품의 양산에 의한 제조공정에서의 품질 확보 계획

가. 양산 계획.

(1) 기존라인

현재 송강지엘씨 성남공장에서 보유중인 기존 생산 라인인 초음파 진단기 생산용 A모드 ANYSCAN BF 및 B모드 초음파 ANYSCAN PREMIUM 2개와 몸체문신기 1개 라인, 현미경 가운판 1개 라인을 운영 중입니다. 기존물량 공급을 위한 생산 라인이 대부분임

(2) 증설 계획

신규로 런칭하는 HUS-4 생산 라인인 올해 말에 경기도 광주 오포 인근에 연간 500대 양산을 위한 별도의 추가 설비를 완료할 계획임

(3) 과도기 운영 계획

성남공장에서 금년도 예상 물량 50대에 대한 간이 생산 라인을 운영할 예정임

나. 제조공정

(1) 주요 부품은 외주 가공 형태로 입고 예정으로 목록은 다음 표와 같음

<표 24> 주요 부품 조달 계획

품목	사양	제조사	수량	단가
초음파 탐촉자	180mm 3.5MHz linear array	중국 소놉텍	년간 500대	@ 2,500USD
analogue board	탐촉자의 초음파 발생과 반사파 수집하여 메인보드로 전송	시산정보	년간 500대	@ 120만원
digital board	연산 제어 및 영상 처리, Wi-Fi 데이터 송수신	시산정보	년간 500대	@ 190만원
배터리	LI-IO/3.7V 4000mA	경일전기	년간 500개	@ 9만원
하우징	본체 케이스, 합성수지	성광테크	년간 500개	@ 1만원 (금형은 완료 상,하부 사출만 입고 예정)

(2) 제조공정은 크게 재고 입고 및 확인, 라인 배치, 조립 가공, 완성품 검사, 조립 포장, 제품 보관의 단계로 구성됨

다. 최종제품에 대한 품질 확보 계획

최종제품에 대한 품질 확보 계획은 다음 표와 같음

<표 25> 최종제품에 대한 품질 확보 계획

단계	단계별 공정
1	부품 입고 시 수량 확인 및 부품의 이상유무 육안 검사
2	초음파 탐촉자는 전용 Q.C용 시뮬레이터를 이용하여 입고된 모든 탐촉자를 유선 연결하여 초음파의 발생 및 수집된 반사파형을 분석하여 이상 유무 검출. 아날로그 보드와 디지털보드 역시 동일하게 전용 Q.C용 분석 시뮬레이터와 아날라이저를 유선 연결하여 데이터의 처리 및 연산 결과, Wi-Fi 모듈 동작 상태 등을 점검하여 최종 이상 유무 검출
3	생산라인에서는 충분히 Q.C 교육을 수료 받은 직원들이 Q.C 매뉴얼에 의거 조립 가공
4	모든 완성품에 대한 개별 검사 > 스크래치 등 육안 검사 외 완성품과 검사용 PC를 연결하여 모바일 앱 등과 연동 테스트 및 기능 확인
5	불량 발생 시 Q.C 관리대장에 원인 및 사유 기록하고 최종 Q.C 를 통과한 제품은 포장 및 지정 장소에 적재
6	제품 판매 이후 제품의 시리얼 번호를 통하여 지속적 유지보수 제공 및 서버에 저장된 기록을 활용하여 제품 업그레이드 실시

제 6장 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보

○ 해당사항 없음

제 7장 연구개발결과의 보완등급

보완등급 분류	<input type="checkbox"/> 보완과제 <input checked="" type="checkbox"/> 일반과제
결정 사유	해당사항 없음

제 8장 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

구입 기관	연구시설/ 연구장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입 가격 (천원)	구입처 (전화번호)	비고 (설치 장소)	NTIS장비 등록번호
해당사항 없음								

제 9장 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적

해당사항 없음

제 10장 연구개발과제의 대표적 연구실적

번호	구분 (논문/ 특허/ 기타)	논문명/특허명/기타	소속 기관명	역할	논문게재지/ 특허등록국가	Impact Factor	논문게재일 /특허등록일	사사여부 (단독사사 또는 중복사사)	특기사항 (SCI여부/ 인용횟수 등)
1	특허	소의 배최장근 단면적 간접 측정용 배최장근 유형 모델링 방법	한국 육류 연구소		대한민국		2017.12.30.	○	
2	특허	소의 배최장근 단면적 간접 측정용 배최장근 유형 모델링 방법 및 이를 이용한 소의 등심단면적 측정방법	한국 육류 연구소		대한민국		2018.02.13	○	

제 11장 기타사항

해당사항 없음

제 12장 참고문헌

1. 축산물품질평가세부기준[[시행 2017.3.13.] [농림축산식품부고시 제2017-22호, 2017.3.13., 일부개정], 제4조(소도체의 육량등급 판정기준).
2. 김영교 외 8인. 2013. ‘소의 육량 및 마블링을 증가시켜 기능성 한우로 사양관리하는 방법’ 대한민국특허 10-2013-0067951호 (출원번호 10-2011-013516, 2011. 12. 15.)

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 첨단생산기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 첨단생산기술개발사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.