

## 젖소 사양관리의 통합전산화 시스템 개발

김동원<sup>†</sup> · 허은영 · 조민호 · 김봉혁

전북대학교 산업정보시스템공학과

### Development of An Integrated Information System for Dairy Cattle Breeding Management

Dong-Won Kim · Eun-Young Heo · Min-Ho Cho · Feng-He Jin

Department of Industrial & Information Systems Engineering, Chonbuk National University, Chonbuk, 561-756

It is widely known that labor costs are continuously and rapidly growing in terms of the raw cost of products in Korea. The increased labor costs are degrading the competitiveness of dairy industry sector as in the other major industrial fields. Furthermore, the number of dairy farms is constantly decreasing while that of dairy cattle is increasing. Thus, mechanized and/or automated stockbreeding management systems are crucially required to support professional stockbreeding management, as well as to enhance the productivity of the sector. Hence this paper develops an IIS (Integrated Information System) for dairy cattle stockbreeding management. IIS is composed of five application modules and associated utility programs. The five modules are individual stock management, milking management, feeding management, propagation management, and disease management. The utility programs are involved in stock farm accounting, and handy unloading of individual stock data into a personal data acquisition device. Compared with existing foreign products, the developed system takes advantages of various stock body measurement data such as body weight, body temperature, milk conductivity, milking amount, and the number of walking steps. All the measured data are transmitted into a programmable logic controller that monitors and controls measurement devices. The transmitted data are finally aggregated into an integrated database located in the main personal computer. The integrated data are analyzed and reformed in the five modules of IIS, then, used for providing farmers with various farm states and information through application module scenes. Hence, IIS keeps the each module work in a systematic and compatible manner, while supervising the whole stockbreeding management system.

**Keywords:** stockbreeding management system, integrated information system, stock body measurement data

#### 1. 서론

큰 폭으로 상승하는 인건비는 제품의 원가를 상승시키는 주요 원인으로 작용되어 우리나라 주요 산업분야는 물론 축산업의 경쟁력을 약화시키고 있는 실정이다. 우리나라의 축산농가 수가 꾸준히 감소하고 호당 사육두수는 증가추세이며 전문축산 경영의 양상으로 발전한 점을 감안하면 농가인력 감소에 따른 기계화 및 자동화는 필연적이다. 젖소 사양관리의 기계화 및

자동화는 축산농가의 주된 수입원인 우유생산량을 증가시키고, 주된 지출인 사료비용을 감소시키며 동시에 젖소 번식률을 증가시켜 경제적 낙농을 이룰 수 있는 장점이 있다. 그러나 이는 기계화 및 자동화를 효율적으로 통제하고 관리할 수 있는 통합적인 사양관리 시스템을 전제로 한다.

현재 국내에 보급되어 있는 사양관리용 소프트웨어 시스템은 네덜란드의 호코팜, GM, 미국의 서지, 보우메틱, 유니버설사 등의 제품이며 국산으로는 경원 세기 시스템이 널리 보급

본 연구는 2000년 농림기술센터 기획연구과제 (MAF102178031) 연구비에 의해 수행되었음.

<sup>†</sup> 연락처 : 김동원 교수, 561-756 전북 전주시 덕진구 덕진동 1가 664-14 전북대학교 공과대학 산업정보시스템공학과, Fax : 063-270-2333, E-mail : dwkim@chonbuk.ac.kr

2004년 4월 12일 접수, 3회 수정 후 2004년 9월 17일 게재 확정.

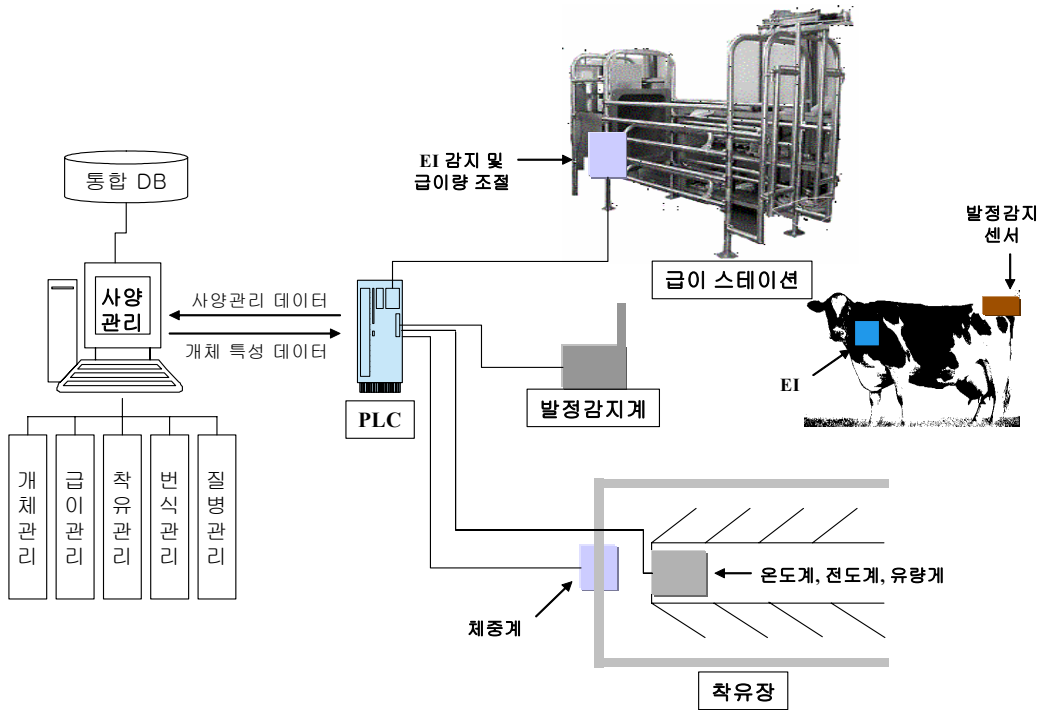


그림 1. 통합전산화 시스템 구성도.

되어 있다. 그러나 기존의 시스템들은 대부분 자사의 급이기와 착유기를 활용하기 위해 개발된 시스템이다. 또한 가축의 개별급이에만 초점을 맞추었을 뿐, 다양한 계측센서의 정보를 활용하고 가축의 성장단계에 맞추어 효과적으로 수행해야 하는 개체, 착유, 급이, 번식, 질병관리 등의 통합적인 사양관리 방식을 적용시키지 못하고 있다(김동원 등, 1998).

통합적인 사양관리 시스템은 사양관리의 하위관리 시스템들이 개별적인 기능을 수행함과 동시에 상호 유기적인 관계를 유지해야 한다. 젖소의 우유생산성을 높이기 위해서는 공태일수를 줄이고, 젖소의 상태에 따른 적절한 급이를 수행해야 한다. 적절한 급이라 함은 젖소의 출산횟수, 유지율, 우유생산량, 체중 등, 젖소의 상태에 따라서 차등급이를 함으로써 실현될 수 있다. 이러한 적절한 급이를 통해 착유량을 최대로 할 수 있고 결과적으로 사료비용을 감소시킬 수 있다(Ensminger et al., 1994; 한인규 등, 1995; 허은영 등, 2002). 공태일수를 줄이기 위해서는 비유단계에 따른 젖소의 상태를 추적해야 하며, 출산 후 첫 발정시기를 감지할 수 있어야 하고, 또한 발정시기 감지를 통하여 적절한 시기에 수정작업을 해야 한다. 젖소의 출산횟수를 증가시키므로써 경제적 낙농을 동시에 실현할 수 있는데, 1두당 출산횟수를 증가시키기 위해서는 젖소의 평균수명을 증가시키고 영양상태를 충족시켜야 하는 바, 이는 젖소 개체에 대한 급이관리와 질병관리가 필수적이다. 젖소의 이상이 감지될 때에는 질병 유무를 조기에 판단하고 치료하여야 젖소의 수명을 연장할 수 있을 뿐만 아니라, 또한 질병치료기간을

최소화하도록 함으로써, 전체적인 우유생산량을 증가시킬 수 있다(미국사료곡물협회, 1997; 한국사료협회, 1989). 이러한 종합적인 사양관리 시스템을 운영하기 위해서는 젖소의 상태를 지속적으로 파악하는 것이 필요하며, 자동화 및 생체계측 장비를 통하여 주기적으로 젖소의 상태를 파악하고 데이터를 수집·분석해야 가능하다.

이스라엘을 비롯한 선진 낙농국가에서는 착유량을 증대시키기 위한 방법으로 목장시설을 자동화하는 모델들이 연구되었다. Halachmi et al.(1998)은 공압을 이용하여 자동급이가 가능하고, 급이 시 개체의 데이터를 수집할 수 있는 시스템을 개발하였고, Spahr과 Maltz는 착유 시 데이터를 수집할 수 있는 로봇 시스템을 개발하였다. 국내에서는 김동원 등(1998)은 전산화를 통한 사양관리 시스템을 제안한 바 있다. 그러나 효과적인 사양관리를 위해서는 자동화뿐 아니라 젖소의 생체계측 데이터를 측정할 수 있는 장비(체온, 체중, 유즙전도도, 발정감지센서 등)가 필요하고, 지속적으로 개체정보를 추적하고 관리할 수 있어야 한다. 더욱이 수집된 개체정보를 바탕으로 사양관리의 하위관리 시스템(개체, 급이, 착유, 질병, 번식)이 고유기능을 담당할 수 있도록 함과 동시에, 개체별 특성에 맞는 사양관리 명령을 PLC에 전송함으로써 각 하위 자동화장비에 대한 제어를 수행하여야 한다.

따라서 본 연구에서는 자동화 및 생체계측장비에 의해 수집된 개체정보를 바탕으로 효과적인 사양관리가 수행되도록 하는 통합전산화 시스템을 개발하도록 하는 바, <그림 1>에서 보

는 바와 같이 자동화 및 생체계측 장비와 사양관리 시스템을 통하여 지속적인 개체정보 획득과 모니터링이 가능한 통합전산화 시스템을 개발하였다. 네트워크 상의 하위장비(자동화 및 생체계측 장비)는 PLC(Programmable Logic Controller)를 통하여 관리하고, 하위장비에서는 전자신분인식장치(EI: Electronic Identification)를 이용하여 개체인식을 한다.

본 시스템의 자동화장비로는 급이량을 통제할 수 있는 자동 급이기와 개체별 착유량을 측정할 수 있는 착유장치가 있다. 생체계측장비로는 젯소의 체온을 측정할 수 있는 체온측정장치, 유방염을 진단하기 위한 유즙전도도 측정장치, 체중을 측정할 수 있는 체중계, 수정관리를 위한 발정감지장치 등으로 구성되어 있다. 각 계측장비 데이터는 측정 즉시 PLC로 입력이 이루어지고, 주기적인 조사작업(polling)을 통하여 PC의 데이터베이스에 저장된다.

## 2. 통합전산화 시스템의 구성

일반적으로 젯소의 사양관리를 위해서 개체관리, 급이관리, 착유관리, 번식관리, 질병관리, 품종관리 등의 기능이 갖춰져야 하고, 이들 하위 시스템은 각기 고유기능을 수행할 뿐 아니라 전체적으로 상호 유기적으로 연결되어야 한다. 하위관리 시스템들이 상호 유기적인 관계를 갖기 위해서 통합 데이터베이스가 필요하며, 데이터베이스상의 개체정보는 PLC를 통해 전송되는 개체정보를 기록 유지하여야 한다. 이들 중 본 연구에서는 품종관리 하위시스템을 포함시키지 않았다. 이는 기계화 및 자동화의 정보처리에 기반을 둔 본 연구와 거리가 있을 뿐만 아니라, 축산농가 외적인 요인에 관계되어 있기 때문이다.

### 2.1 자동화 및 생체계측 장비

통합전산화 시스템은 기계화 및 자동화 장비를 통해 수집되는 개체정보로부터 비롯된다. 기계화 및 자동화 장비를 통합관리하고, 이 장비로부터 얻어지는 데이터를 저장할 수 있는 PLC가 필요하다. 또한, PLC에서 수집된 개체정보를 통합전산화 시스템에 전송하기 위해서는 본체(PC)와 네트워킹이 이루어져야 한다.

<그림 1>에서 보는 바와 같이 자동화장비 및 생체계측장비는 네트워크로 PLC에 연결되어 있고, 이는 다시 PC에 네트워크로 연결되어 개체상태가 지속적으로 파악되고 실시간 모니터링된다. 자동화 및 생체계측 장비에서의 개체신분인식은 RF 방식의 전자신분인식장치(EI)를 통하여 인식되며, 계측되는 각종 데이터 및 정보는 개체별로 수집되고 기록된다(<표 1>). 통합전산화 시스템을 운영하기 위한 자동화 및 계측 장비의 최소 요구사항은 <표 2>와 같다.

통합전산화 시스템을 운영하기 위하여 본 연구에서는 자동화장비로는 개체급이장치와 착유장치가 있다. 개체급이 데이

터는 자동급이기를 통하여 수집된다. 자동급이기에서는 젯소가 자동급이기에 도착한 시간, 빠져나간 시간, 급이 스테이션에 방문한 횟수 등의 데이터를 수집하여 PLC에 전송하고, PLC에서는 이러한 데이터를 개체별로 정렬하여 저장하게 한다. 착유 자동화장비로는 젯소의 착유량을 정확히 측정할 수 있는 장비가 필요하며 측정된 데이터를 PLC에 전송하여 젯소의 급이 관련 데이터와 함께 개체별로 저장된다.

개체의 상태를 관별할 수 있는 생체계측장비로는 체중, 체온, 유즙전도도 및 발정관련 장비들이 있다. 본 연구의 생체계측장비를 활용하여 다음과 같은 개체관리를 수행한다.

- 체중변화를 통한 유산 여부
- 유즙온도 측정을 통한 유방염 및 이상유무 확인
- 유즙전도도 측정을 통한 체세포 수 추정
- 발정감지를 통한 적기수정

표 1. 개체 데이터 송수신 내용

	구 분	내 용
PC → PLC	급이 데이터	개체 ID, 개체별 급이량, 급이속도, 급이분할 횟수
	착유 데이터	건유대상 ID
	장비 셋업 데이터	장비 셋업 데이터
PLC → PC	섭취 데이터	섭취량, 섭취시간, 방문횟수, 방문시간
	착유 데이터	착유량, 유즙온도, 유즙전도도
	생체계측 데이터	체중, 발정 유무

표 2. 자동화 및 계측 장비 최소 요구사항

	체온계	전도계	체중계	발정계	급이기	유량계
단위	℃	ms/cm	kg	m	g/plus	g/count
측정 범위	-25 ~ 125	0.01~19.99	10~1000	~ 200	50~100	200~300
오차	0.1℃±5%	0.05ms±2%	0.1kg±10%	-	10g±10%	10g±10%

자동화 및 생체계측 장비를 통하여 PLC에 수집된 개체별 데이터는 네트워크를 통하여 주기적으로(하루 1회 이상) 상위 PC에 전송하게 된다. 상위 PC(통합전산화 시스템)는 전송받은 데이터를 통합 데이터베이스에 저장한 후, 가공하여 사용자에게 보여주고 사용자 입력명령에 따른 개체별 급이량과 착유 관련 주문사항을 PLC에 전송하게 된다(<그림 2>).

PLC로부터 다운받은 정보는 각 세부하위관리 시스템에서

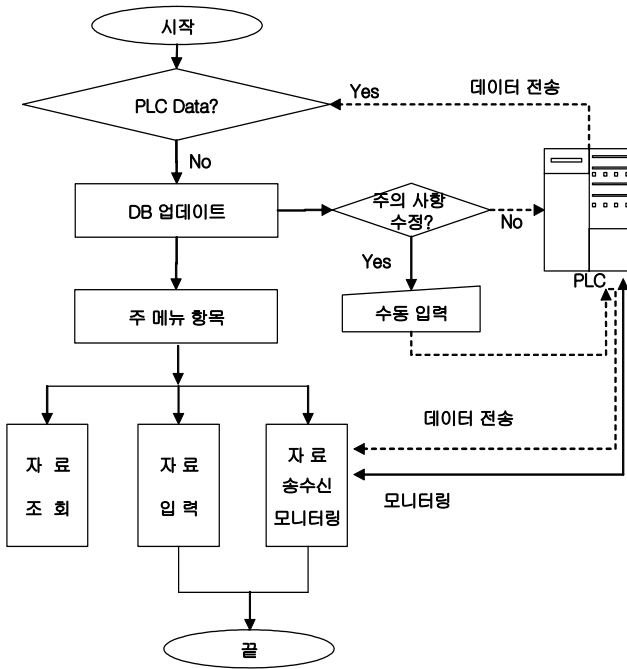


그림 2. 통합전산화 시스템 흐름도.

표 3. 통합 사양관리 프로세스

세부관리 시스템	프로세스	PLC 데이터
급이관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>전일 섭취량이 적은 소를 출력</li> <li>개체별(우군별) 급이량 계산</li> <li>급이 데이터 수정</li> </ul>	섭취량, 착유량, 섭취량, 체중, 체온
착유관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>착유 데이터 수정</li> <li>7일 평균착유량 업데이트 및 급이량 반영</li> </ul>	착유량
번식관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>발정 유무 판단 및 급이량 반영</li> <li>번식관리 데이터 수정</li> </ul>	발정감지 정보
질병관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>유즙체온(±0.5°) 변화를 통한 질병관리</li> <li>유즙전도도 변화를 통한 유방염 진단</li> <li>체중 변화를 통한 사산 유무 판정</li> <li>섭취량 변화를 통한 소화성 질병관리</li> </ul>	유즙온도, 유즙전도도, 체중, 섭취량

사용할 수 있도록 가공을 하게 된다. 각 하위관리 시스템의 주요 프로세스 및 관련 PLC 데이터는 <표 3>과 같다. 또한 시스템적으로 통합 DB를 활용하여 주기적으로 백신종류 및 접종 대상 선별, 건유대상 개체 선별, 목장의 일일 주의사항 등을 출력하게 된다.

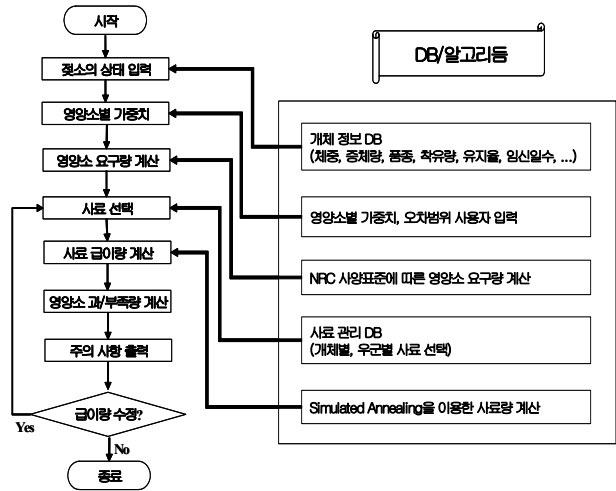


그림 3. 급이량 계산 흐름도

### 2.2 급이관리 하위 시스템

건강한 우군을 유지하고 젖소의 생산성을 제고시키기 위해서는 적정량의 사료를 급이해야 하는 바, 이는 적기에 적량의 사료를 급이하도록 하는 것이며 젖소 사양관리의 중요 목표가 된다. 일반적인 인식과는 달리, 젖소의 사료급이량은 <그림 3>에서와 같이 상당히 복잡한 과정을 거쳐 계산된다(허은영 등, 2002). 같은 젖소라도 젖소의 출산횟수, 유지율, 우유생산량, 체중 등, 젖소의 상태에 따라 영양소 요구량이 달라진다. 따라서 젖소의 적절한 급이량을 산출하기 위해서는 개체관리상의 성장단계, 산차, 체중, 일당 증체량 등의 정보와 젖소의 비유단계, 착유량, 유지율 등을 알아야 하며, 이러한 개체특성에 따른 영양소 요구량을 NRC(National Research Council) 사양표준에 의해 구해야 한다(허은영 등, 2002).

또한, 급이하려는 사료의 성분을 정확히 분석하여, 특정 영양소가 과다하거나 부족하게 급이되는 것을 방지하여야 한다(Ensminger et al., 1994).

따라서 본 연구에서는 개개의 젖소에 대한 급이량 계산을 위하여 필요한 우유 생산량, 체중, 증체량, 등의 개체정보를 PLC를 통하여 자동으로 획득하도록 하며, 통합 데이터베이스상의 개체정보를 사용하여 급이량을 계산한다.

### 2.3 착유관리 하위 시스템

농가의 주 수입원인 착유량은 급이관리, 번식관리, 질병관리의 여하에 따라서 양이 달라진다. 반대로 비유단계별 착유량의 변화 및 개체 상태를 감지하여 이들 하위관리 메뉴에서 어떻게 개체를 관리했는가에 따라서 착유량과 품질이 달라지게 된다. <그림 4>에서 보는 바와 같이 착유량은 분만 후 6주 정도에 최대를 이룬다. 그러나 섭취량이 최대가 되는 시점은 5개월경으로 그 최대가 되는 시점에 차이가 있다. 이 두 기간 중 젖소는 체내에 축적한 영양분을 사용함으로써 체중의 감소와 착유량의 감소를 수반한다.

따라서 본 연구에서는 착유량이 최대가 된 후 감소되는 경사

가 완만히 될 수 있도록 개체별 급이량 계산에 착유량을 반영하고, 매년 1회의 분만이 가능하도록 번식관리를 수행함으로써 개체당 누적 착유량을 최대화 하여 농가수익을 증대시킬 수 있도록 한다. 또한, 착유량의 증대뿐 아니라 우유 중에 존재하는 체세포수, 세균수, 항생물질 함량 등이 크게 논란이 되고 있는 바, 유즙전도도 측정을 통하여 체세포수를 추정하고, 질병관리를 통하여 위생적인 원유를 생산하도록 한다(<그림 5>).

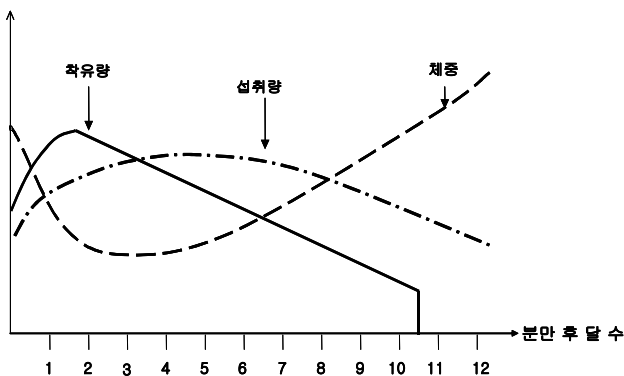


그림 4. 비유단계별 착유량, 섭취량, 체중.

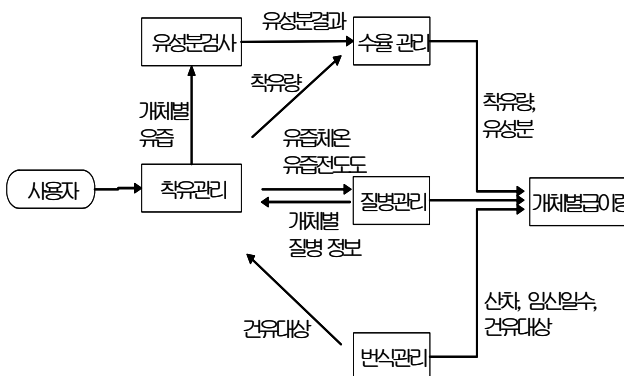


그림 5. 착유관리 정보 흐름도.

### 2.4 번식관리 하위 시스템

높은 번식률은 농가수익의 필수적인 요소이다. 이를 위하여 매년 1회의 분만이 가능하도록 하여야 하며, 분만 후 최초 발정 감지율을 높여야 한다. 또한 적시에 수정을 실시함으로써 수태율을 높여야 한다. <그림 6>에서 보는 바와 같이 발정시작 후 6~18시간의 최적기에 수정을 실시하기 위해서는 개체별 분만일, 발정에 예정일, 수정일자 등의 개체 정보와 함께 최초 발정이 일어나는 시간을 감지할 수 있어야 한다. 또한, 젖소의 영양상태는 수태율에 영향을 미치는 바, 높은 수태율을 유지하기 위해서는 수정이 실시되기 전후에 있는 개체에 대한 사료에너지, 단백질, 광물질 등 영양분이 결핍되지 않도록 급이를 해야 한다.

따라서 본 연구에서는 승가현상을 감지할 수 있는 발정감지

센서를 통하여 PLC에서는 발정이 발생한 젖소의 최초 발정시간과 개체정보를 기록하여 상위 PC에 데이터를 전송하고, 통합전산화 시스템이 운영되는 상위 PC에서는 발정이 보고된 젖소의 상태정보를 검토하여 수정작업 여부를 판단하여 사용자에게 출력하도록 한다(<그림 7>).

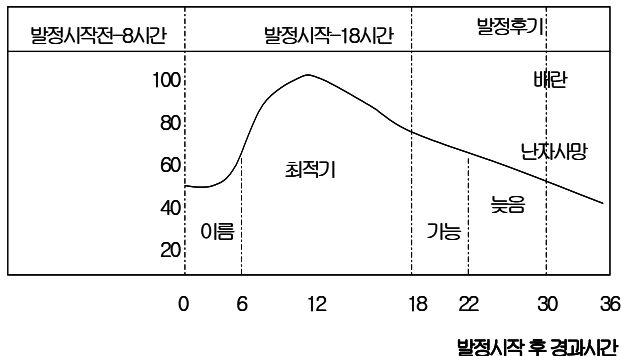


그림 6. 발정경과시간에 따른 수태율.

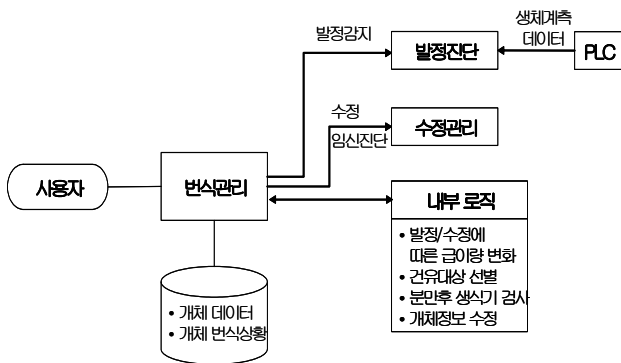


그림 7. 번식관리.

### 2.5 질병관리 하위 시스템

젖소의 질병관리는 신체에 나타난 이상상태나 거동을 통하여 진단하게 된다. 질병의 조기 발견을 위해서는 젖소 개체에 대하여 주의 깊게 관찰을 하여 개체의 이상 유무를 매일 확인하여야 한다. 그러나 이러한 증후가 외모나 거동에 나타날 때에는 그 병의 상태가 상당히 진행된 상태이다. 또한 평상시 개체별 특징을 파악하고 있어야 하며, 조기 발견을 위해 매일 젖소를 세심히 관찰해야 된다는 것은 낙농가에 상당히 큰 부담이 된다. 그러나 건강상태의 개체자료가 데이터베이스화되고 자동화 및 생체계측장비를 통하여 수집되는 개체정보가 분석되면 비교적 질병을 조기에 진단할 수 있다. 개체 이상 유무를 감지하기 위한 데이터로서는 체중, 체온, 체세포수, 섭취량, 착유량 등이 있다. 이러한 데이터들은 건강할 때의 평균적인 데이터와 자동화장비 및 생체계측은 데이터를 통하여 수집되는 매일의 데이터를 비교하여 이상 유무를 판단할 수 있다(<그림 8>).

또한, 젖소의 질병예방을 위해서는 성장단계별, 계절별, 또는 유행성 질병에 대하여 백신을 접종할 수 있도록 조치하여야 한다. 특히 높은 번식률을 위해서는 발생할 수 있는 번식 관련 질병에 대한 데이터베이스를 통하여 적절한 시기에 질병검사를 할 수 있도록 한다. 이와 같이 젖소의 질병관리를 위해서는 각 하위관리 시스템에 기록된 개체정보가 상호 연계되어야 하는바, 조기에 질병을 발견할 수 있도록 개체기록을 유지·확보하도록 하였다.

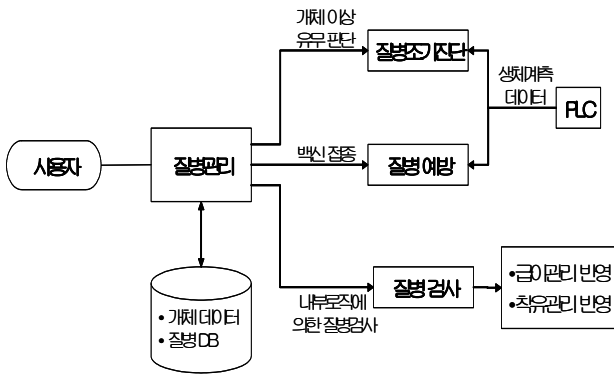


그림 8. 질병관리.

2.6 개체관리 하위 시스템

개체관리는 통합전산화 시스템의 하위 시스템에서 생성한 개체정보를 통합하여 모든 개체의 정보를 관리하고, 사용자에게 각 개체의 정보를 출력한다. 급이, 착유, 번식, 질병관리에 필요한 개체 데이터를 내부 로직에 의해 가공하고 기록함으로써 통합전산화 시스템이 원활하게 운영될 수 있도록 한다. <그림 9>에서 보는 바와 같이 각 하위관리 시스템에서 개체를 인식할 수 있도록 EI 번호와 소번호를 일치시키고, 개체의 등록과 말소와 같은 작업을 수행하게 되며 개체의 현재 상태(체중, 일당 증체량, 착유량, 산차,…)를 기록하여 기타 하위관리 시스템과의 연계를 도모한다.

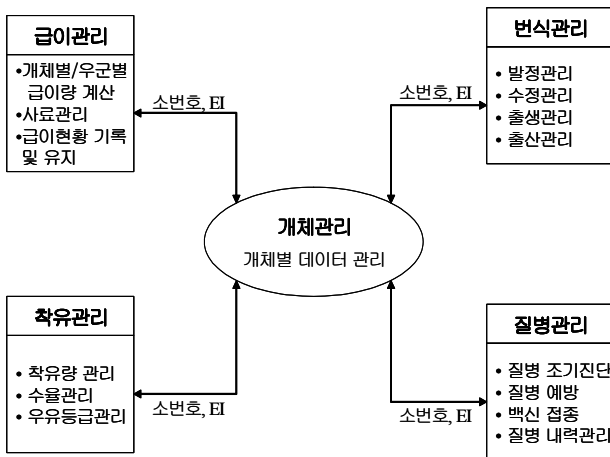


그림 9. 개체관리 시스템 구성도.

3. 시스템 개발사례

3.1 통합전산화 시스템

시스템의 구성화면은 축산농가 사용자나, 기타 현장작업자들이 사용하기 용이하도록 한글 인터페이스 지원방식으로 개발하였다. 기존 시스템들의 하위관리 시스템이 각각 분리되어 통합적으로 데이터를 관리하는 데 어려움이 많았고, 축산자동화 기기 입장에서 설계되어 사용하기 불편하였다. 따라서 본 연구에서는 사용자 인터페이스를 설계할 때 사용자가 편리하게 사용할 수 있도록 편리성과 데이터 조작의 용이성에 중점을 두고 개발하였고, 농가 사용자가 인터넷을 통하여 통합 데이터베이스에 접근하여 목장현황을 볼 수 있도록 웹 기반 프로그램을 지원한다. 기존의 사양관리장비 및 프로그램과 본 연구의 비교는 <표 4>에 정리되어 있다.

표 4. 기존 시스템과 본 연구의 비교

항 목	기존 사양관리	본 연구
데이터 입력 및 처리	<ul style="list-style-type: none"> <li>자동화기기 위주의 부분적 자동입력</li> <li>수작업에 의한 데이터 갱신</li> <li>파일 처리 방식</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>PLC를 통한 자동입력</li> <li>주기적인 자동 갱신</li> <li>DB 사용</li> </ul>
사양관리 자동화	<ul style="list-style-type: none"> <li>급이, 착유관리 위주의 자동화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>PLC를 통한 생체계측장비 및 자동화기기 장비</li> </ul>
웹 서비스	<ul style="list-style-type: none"> <li>보고사례 없음.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>웹을 통한 목장관리 지원</li> </ul>
급이량 계산	<ul style="list-style-type: none"> <li>우군별 급이량 계산</li> <li>수작업에 의한 개체정보 반영</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>개체별, 우군별 급이량 계산</li> <li>NRC 사용표준 및 개체정보를 활용한 급이량 계산</li> </ul>
질병관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>시각인식을 통한 개체 질병관리</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>개체정보 및 생체계측정보 활용</li> </ul>
번식관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>만보계 및 시각정보 활용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>발정감지 센서 및 개체정보 활용</li> </ul>
사용자 인터페이스	<ul style="list-style-type: none"> <li>DOS 방식</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>윈도우즈 방식</li> </ul>
통합전산화	<ul style="list-style-type: none"> <li>보고사례 없음.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>DB기반의 통합</li> </ul>

자동화 및 생체계측 장비들을 제어하기 위한 PLC는 24시간 쉼새없이 가동되면서도 실시간으로 현장의 정보를 전달 및 분석하고 그 정보들을 관리하고 통제해야 하기 때문에 안정성과 내구성이 요구되는바, 본 연구에서는 어드밴텍(Advantec)사의 산업용 컴퓨터인 ipc-6806s(펜티엄 III, 850MHz, 256M)를 사용하였다. PLC는 <그림 10>에서 보는 바와 같이 많은 조건문으로 형성된 프로그램을 수행한다. 장비들과의 통신방법은 통

신 포트 상의 송수신 버퍼에 데이터를 읽거나 보내는 방식이다. 즉, PLC는 하부기기를 호출하는 명령을 통신 포트를 이용하여 네트워크에 놓게 되고 하부장치들이 작업을 수행한 결과를 네트워크를 이용하여 통신포트에 놓여진 것을 가져다 해석하여 이용하는 폴링(polling)방식을 채택하였다. 장비들과 PLC는 RS-485 직렬 통신방식으로 연결되어 있으며, 각 장비들은 PLC 명령에 따라서 고유 기능을 수행한다. 또한 통합전산화 시스템(PC)과 PLC는 RS-232 방식으로 사양관리 데이터 및 계측 데이터를 송·수신한다. 통합전산화 시스템의 사양관리 시스템은 각 하위관리 시스템들의 유기적인 상호관계를 갖게 하기 위하여 통합 데이터베이스를 사용하고, 내부 로직에 의하여 연계·운영되도록 하였다(<표 5>, <그림 11>). 본 사용자 인터페이스의 주요 화면을 소개하면 다음과 같다. 시스템의 메인 화면은 <그림 12>와 같고, 프로그램을 시작하면 상단에 나타난 주 메뉴에 의하여 각각의 하위관리 시스템에 접근한다. 메인 화면에서는 목장 전반에 대한 상황을 표시하며 개체, 급이, 질병, 번식관리에 대한 요약을 보여준다. 개체관리<그림 13>에서는 개체의 현재 특성과 관련된 데이터를 볼 수 있을 뿐 아니라 팝업 메뉴를 통하여 개체의 인식표 번호, 그룹, 품종에 대한 내용을 화면 및 보고서를 통하여 볼 수 있다. 급이관리에서는 <그림 14>에서 보는 급이량 산정 인터페이스를 통하여 사용자 노하우를 반영한 급이량을 계산하게 되고, <그림 15>에서 보는 바와 같은 급이현황을 통하여 전체적인 젖소의 급이현황 데이터를 볼 수 있다. 또한 급이량 산정을 위하여 사용할 수 있는 사료의 성분 및 가격에 대한 정보를 데이터베이스에 추가/저장/삭제할 수 있도록 하였다(<그림 16>). <그림 17>의 착유관리 인터페이스에서는 개체별 착유와 관련된 내용을 그래프 및 보고서를 통하여 쉽게 살펴볼 수 있고, 목장수입의 주요 부분인 우유생산 및 등급에 대한 요약을 통하여 목장의 수입원을 파악할 수 있다. <그림 18>, <그림 19>의 번식관리에서는 새로운 개체를 등록하기 위한 출생관리와 발정진단에 따른 수정관리를 통

하여 개체의 출생 및 사망에 대한 기록을 할 수 있다. 질병관리는 <그림 20>에서 보는 화면과 같이 개체별 질병 내역, 예방접종 내역/질병, 금월 실시해야 하는 개체별 예방접종 내역 등을 보여주고, 이들 데이터는 보고서를 통하여 출력할 수 있도록 한다. 또한, <그림 21>, <그림 22>에서와 같이 질병에 대한 종류 및 증상, 치료방법 등에 대한 데이터를 제공함으로써 효율적인 질병관리를 도모하고 있다.

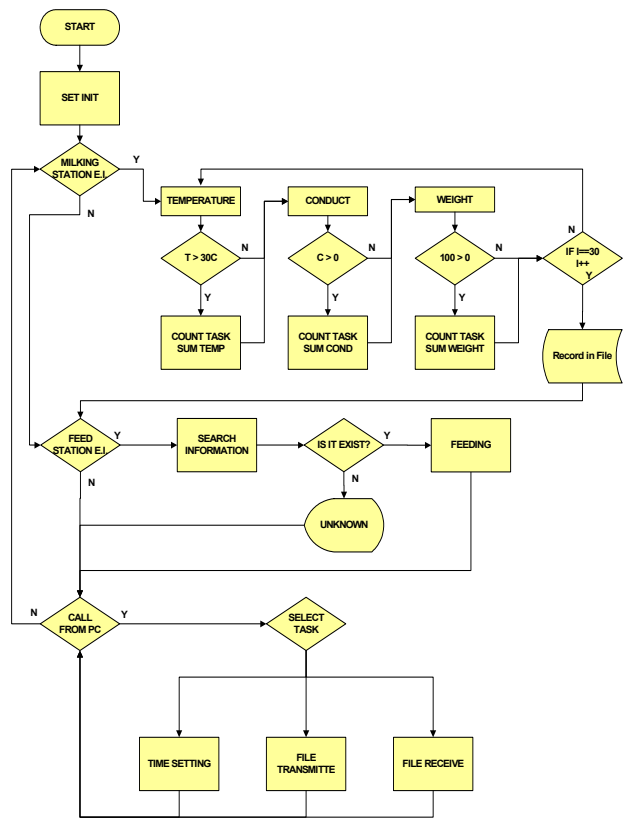


그림 10. PLC 업무 흐름도.

표 5. 통합 데이터베이스 입력자료 및 보고서

구 분	개체관리	급이관리	착유관리	번식관리	질병관리
입력/ 관리항목	소번호 <sup>1</sup> 그룹번호 <sup>1</sup> 출생일 <sup>1</sup> 종모우 <sup>1</sup> 품종 <sup>1</sup> EI 번호 <sup>1</sup> 등록번호 <sup>1</sup> 성장단계 <sup>3</sup>	급이분할 횟수 <sup>1, 3</sup> 급이량 <sup>1, 3</sup> 섭취량 <sup>2</sup> 섭식속도 <sup>3</sup> 개체별 영양소 요구량 <sup>3</sup> 그룹/개체별 급이량 <sup>1, 3</sup> TMR 사료 종류/가격 <sup>1</sup> 급이내역 <sup>3</sup>	임신일수 <sup>3</sup> 유지율 <sup>1</sup> 개체별 평균/누적 착유량 <sup>3</sup> 착유량 변동량 <sup>3</sup> 건유대상 <sup>3</sup> 착유내역 <sup>3</sup> 우유등급 <sup>1</sup>	출생일 <sup>1</sup> 수정일 <sup>1</sup> 품종 <sup>1</sup> 임신일수 <sup>3</sup> 출산예정일 <sup>3</sup> 출산회수 <sup>3</sup> 발정여부 <sup>2, 3</sup>	체중 <sup>2</sup> 일당중체량 <sup>2</sup> 체온 <sup>2</sup> 유즙전도도 <sup>2</sup> 생식기 검사대상 <sup>3</sup> 예방접종 대상 <sup>3</sup> 질병이력 <sup>1</sup>
보고서 및 그래프	개체 현황	급이현황 개체별 급이/섭취량 현황 TMR 사료 현황	개체별 착유 현황 개체별 평균 착유량 그래프 날짜별 착유량 그래프 우유납품 현황	번식관리 현황 개체별 출산횟수	질병이력 현황 백신접종 대상 현황

(<sup>1</sup>:사용자 입력, <sup>2</sup>:PLC 입력, <sup>3</sup>:내부 함수)



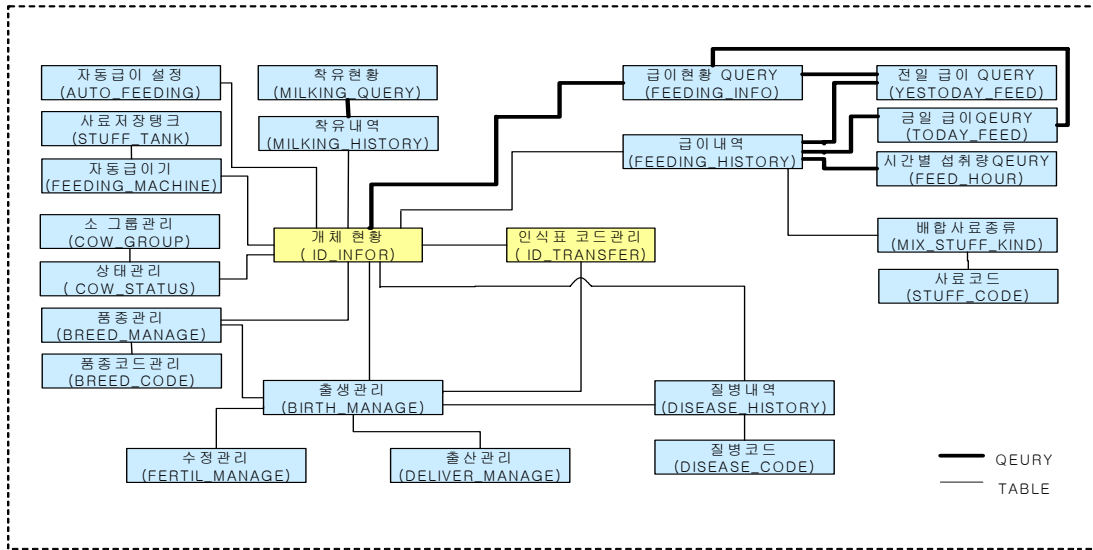


그림 11. 통합 데이터베이스 관계도.



그림 12. 메인 화면.

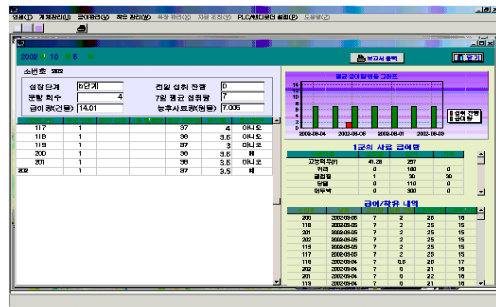


그림 15. 금이현황 화면.



그림 13. 개체관리.

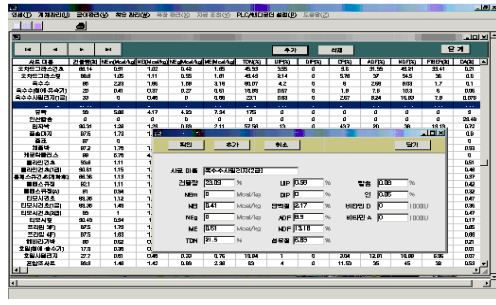


그림 16. 사료관리 화면.



그림 14. 금이량 산정 사용자 인터페이스.

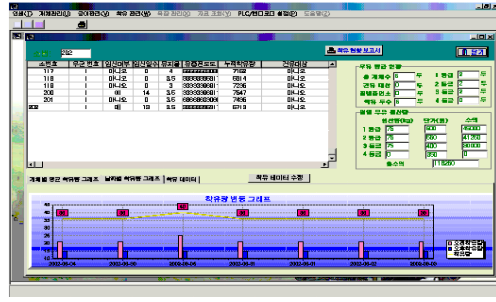


그림 17. 작유현황 화면.



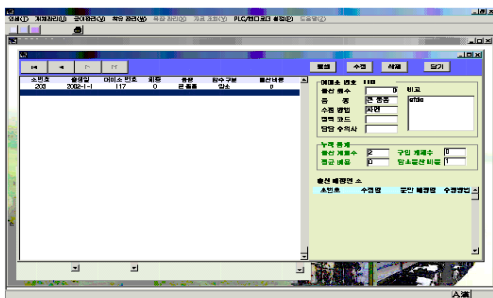


그림 18. 출생관리 화면.

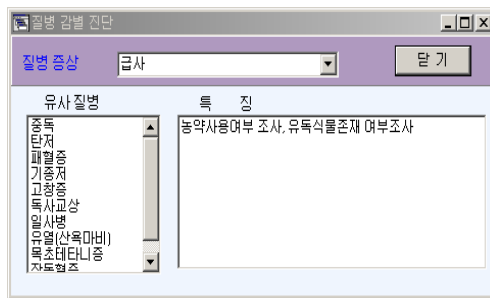


그림 21. 질병감별 데이터.

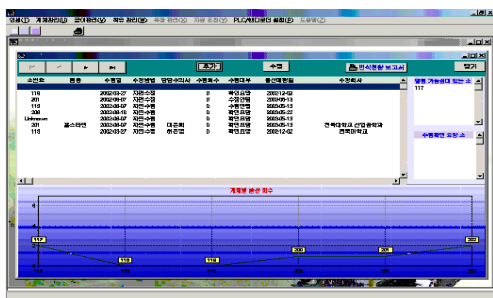


그림 19. 수정관리 화면.

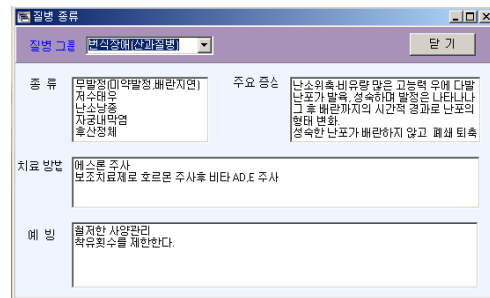


그림 22. 질병분류 및 증상.



그림 20. 질병관리 화면.

#### 4. 결론

본 연구에서는 축산자동화를 위한 통합전산화 시스템의 전체적인 설계를 제안하고, 이에 따른 시스템 개발사례를 제시하였다. 통합전산화 시스템의 운영을 위해서는 젖소의 지속적인 상태정보를 갱신하고 유지할 수 있는 생체계측 및 자동화장비가 필요하며, 또한 장비들을 효과적으로 통제하고 데이터를 수집할 수 있는 PLC가 필요하다. 통합전산화 시스템의 사양관리 하위 메뉴로는 개체, 급이, 착유, 번식, 질병관리들이 필요하며, 이들 각 메뉴들은 고유의 기능을 수행함과 동시에 상호 유기적인 관계를 유지하여야 하는 바, 이는 통합 데이터베이스를 활용함으로써 가능하다. 하위관리 시스템 간의 상호 유기적인 관계를 유지시키기 위해서는, 각 메뉴에서의 사용자 명령 및 PLC로부터 들어오는 개체정보의 데이터베이스 반영 시에 내부 로직에 의하여 상호 관계를 유지시킨다.

본 연구에서는 젖소의 개체상태에 대한 계측기기의 개발, 전자신분인식장치, 그리고 자동화장비 및 계측센서에 대한 PLC 인터페이싱 등의 주제는 자세히 언급하지 않았다. 이러한

내용에 대해서는 저자의 사전 연구로 이미 발표한 바 있다(Ko et al., 2002; Kim J.H. et al., 2002).

통합전산화 시스템의 개발과 관련된 향후 과제로는 첫째, 개발된 시스템을 활용하여 시스템의 현장 적응성을 향상시키도록 하는 것이다. 현장 적응을 위해서는 아직도 상당 기간 현장 테스트가 필요한 바, 돌발상황에 대한 대응방안과 오랜 기간 동안 에러 없이 사용할 수 있는 안전성을 확보하여야 한다. 둘째, 현재 웹 상에서 개발된 프로그램은 조회만 가능한 방식인 바, 사용자가 원격 지에서도 자동화장비의 제어가 가능하도록 원격제어 프로그램을 보완·구현하는 것을 들 수 있겠다. 셋째로는, 국내 축산농가 및 종축장 등과의 사양관리 정보공유, 또는 우유의 검정 등을 수행하는 기관(축협)과의 상호연계 운영방식 개발 등을 들 수 있다.

#### 참고문헌

Halachmi, I., Edan, Y., Maltz, E., Peiper, U.M., Moallem, U. and Brukental, I.(1998), A real-time control system for individual dairy cow food intake, *Computer and Electronics in Agriculture*, **20**, 131-144.

Ensminger, M. E., J. E. Oldfield and W. W. Heinemann(1994), 사료와 영양, *한국영양사료학회* 편, 959~1037.

Spahr, S.L. and Maltz, E.(1997), Herd management for robot milking, *Computer and Electronics in Agriculture*, **17**, 53-62.

한인규, 이택원, 고영사, 윤재인, 박경규(1995), 사료학. 선진문화사.

허은영, 김동원, 한병성, 김용준, 이수영(2002), 시뮬레이티드 어닐링을 이용한 젖소의 급이량 산정, *한국농업기계학회*

지, 27(5), 433~450.  
 김동원, 한병성, 정길도, 김용준, 김명수, 임태영, 채석(1998),  
 젓소의 사양관리 시스템 개발, *산업공학*, 11(3), 193~207.  
 김지홍, 이수영, 김용준, 한병성, 김동원(2002), 사양관리를 위  
 한 젓소 목장 시설 통합 네트워크 시스템, *축산시설환경학회  
 지*, 8(3), 199~208.  
 김용준, 한종현, 이수영, 한병성, 김동원(2002), 젓소에서 유즙

체를 이용한 체온 자동 측정의 개발, *한국임상수의학회  
 지*, 19(1), 37~42.  
 고석철, 한병성, 이재, 김용준, 이수영(2002), 개체관리를 위한  
 인덕터 전송방식의 개체인식 시스템개발, *한국농업기계학  
 회지*, 27(5), 451~458.  
 한국사료협회(1989), 사양관리 핸드북.  
 미국사료곡물협회(1997), 젓소 사양관리 가이드.



**김동원**  
 서울대학교 산업공학 학사  
 한국과학기술원 산업공학 석사  
 일본 북해도대학교 정밀공학과 박사  
 현재: 전북대학교 산업정보시스템공학과 교수  
 관심분야: Robotic Process Planning, CAD/  
 CAM, IMS, 화합물반도체 CAPP



**조민호**  
 전북대학교 산업공학과 학사  
 전북대학교 산업공학과 석사  
 현재: 전북대학교 기계공학과 박사 과정  
 관심분야: SCM, STEP NC, CAD/CAM



**허은영**  
 전북대학교 산업공학과 학사  
 전북대학교 산업공학과 석사  
 현재: 전북대학교 산업정보시스템공학과 박  
 사과정  
 관심분야: CAPP, CAD/CAM, 시스템통합



**김봉혁**  
 중국 동북전력학원 산업공학과 학사  
 중국 동북전력학원 전력시스템 및 자동화 석사  
 현재: 전북대학교 산업정보시스템공학과 박  
 사 과정  
 관심분야: Scheduling, CAPP, MIS