한국농공학회논문집
제47권 제4호

JOURNAL OF THE KOREAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS, JUL. 2005, pp. 3-12

GASS를 이용한 농산물 유통 시스템 시뮬레이션

System Simulation of Agricultural Marketing Based on GASS

서 교* · 이 정 재** · 김 태 곤*** · 이 호 재****
Kyo Suh · Jeong-Jae Lee · Tae-Gon Kim · Ho-Jae Yi

Abstract

The object of this study is to develop simulation model using GASS for analyzing complex agricultural marketing. It's hard to analyze agricultural marketing system which consists of many marketing unit by economic mathematical model. This paper proposes simulation model based on GASS which can reduce complexity of system, and applies the national average wholesale cost and retail cost of alpine Chinese cabbage at 2001, 2002 to proposed simulation model.

Keywords : Simulation, Agricultural marketing, GASS

I. 서 론

유통과 관련한 기존의 많은 연구들은 운송비 절감(조병헌 외, 1999), 최적의 노선 결정(양인태 외, 2001), 하나의 판매자와 구매자간의 생산과 출하로 하나의 단계를 단순화해서 분석(Goyal, 2000) 하는 등 특정 단계별로 분석하고자 하는 노력에 주를 이루었다. 그러나 농산물의 유통 과정은 각 단계별로 독립적인 의사결정이 이루어지기 때문에 경제학적인 모형을 이용한 통합 분석에 한계가 있으므로 이러한 경우 시뮬레이션 기법을 이용한 분석이 보다 용이하다(Higuchi, 2004). 따라서 종합적인 농산물 유통 시스템 분석을 위해서는 각 단계를 효과적으로 재현하는 요소를 개발하여 통합한 시뮬레이션 기법의 활용이 필요할 것으로 판단된다.

그러나 통합적인 시뮬레이션 모델은 일반적으로 매우 복잡해지고, 다루기 어려울 뿐만 아니라 유지관리가 불가능할 수 있다고 지적된 바 있다(Jones et al., 2001). 이 후 객체 지향 기법(object-oriented programming paradigm)과 같은 공학적 기법을 이용하면 이러한 문제에 대한 해결이 가능할 것으로 제안되었으며(Evert and Campbell, 1994; Acock and Reddy, 1997), 또한 객체 지향 기법으로 통합적인 농업 시스템이 구축되기도 하였다(Caldwell and Fernandez, 1998; Papajorgji et

* 충북대학교 지역건설공학과
** 서울대학교 지역시스템공학과
*** 서울대학교 대학원
**** 서울대학교 농업생명과학연구원
** Corresponding author. Tel.: +82-2-880-4581
Fax: +82-2-876-4592
E-mail address: lij@snu.ac.kr

al., 2000). 그러나 여전히 시스템이 복잡하여 모델링의 전문가가 아니면 사용이 어려웠고 기대하는 만큼 사용되지 못하는 결과를 가져왔다(Parker, 1999).

물류에 대한 시뮬레이션을 이용한 사례를 살펴보면, Nersesian and Swartz(1996)이 주문량, 주문시점, 재고관리수준, 창고의 개수 등을 개별적으로 결정하는 시스템을 구성한 후, 계속적으로 진행되어 왔으나 농산물에 대해 적용된 연구는 찾아보기 어렵다. 또한 농산물 유통은 경제학, 통계학, 사회과학, 컴퓨터 공학 등의 다양한 학문의 장점들을 활용한 연구가 부족했다. 최근 단순 통계모델을 경제학모델로 발전시키고, 전통적 모델을 DSS(Decision Support System)으로 발전시키려는 노력이 진행되고 있다(Tuorila, 1987; Grunert and Kristensen, 1992). 그러나 이러한 기법들을 통한 결과도 유통분석에 그리 활용되지 못하고 있는 실정이다.

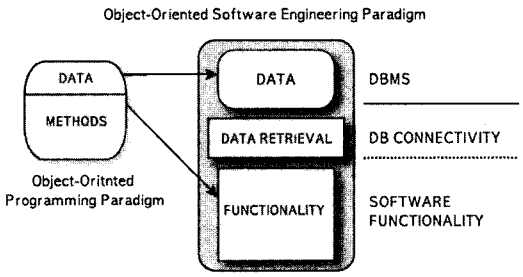
따라서 본 연구에서는 시스템의 복잡성을 해소하기 위해 개발된 일반 농업 시스템 시뮬레이터(generic agricultural system simulator)를 농산물 유통분석에 적용하여 유통 단계를 3단계로 구성하고 2001년과 2002년 고랭지 배추의 전국 도매시장과 소매시장 가격을 적용하여 모델 활용 가능성을 검토하였다.

Ⅱ. GASS(Generic Agricultural System Simulator)의 개요

GASS는 개별 농업 모델 컴포넌트들을 통합하여 광범위한 농업 시스템의 유연한 개발을 지원하는 시뮬레이션 환경으로 크게 농업 시뮬레이션 모델컴포넌트의 모듈화, 농업 시스템 모델의 복잡성과 자기조직성 해소, 복잡한 시스템의 시뮬레이션을 목적으로 한다(Lee, 2003).

1. 객체 소프트웨어 모듈(Objective Software Module)의 개념

소프트웨어 모듈의 재사용성을 위한 패러다임으로 객체 소프트웨어 모듈 개념이 제시되었으며(Lee, 2000), GASS에서는 모듈의 사용성을 위해 모든 데이터를 관계형 데이터베이스(relational database)에 저장하여 사용하였다. Fig. 1은 객체 소프트웨어 모듈 개념을 도식화한 것으로 객체 지향 프로그래밍 기법과의 관계를 표시하고 있다.



Source : Simplifying Complexity and Emerging Self-Organization of Integrated Agricultural System Models(Hojae Yi, 2003)

Fig. 1 Concept of objective software module

2. 일방향 정보전달 기법 (Unidirectional Information Fetch Method)

여러 시스템의 통합에서 발생할 수 있는 복잡성을 해소하기 위해 컴포넌트간의 정보전달이 쌍방향이 아닌 일방향으로 이루어짐으로써 프로그램의 수정작업 없이 컴포넌트 간의 통합이 가능하도록 하는 기법으로 GASS의 기반이 되고 있다. 농산물 유통과정을 UIF개념으로 도식화하면 Fig. 2와 같이 표현할 수 있다. 생산자(farmer), 도매상인(wholesaler), 소매상인(retailer) 사이에 인접성을 지니기 때문에 서로간의 농산물 유통량과 가격 정보를 가져와서 사용한다.

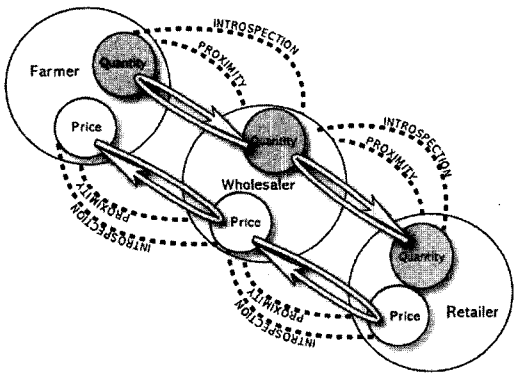


Fig. 2 Concept of unidirectional information fetch

3. 시스템의 동기화

GASS의 장점으로 시스템의 컴포넌트가 같은 시간을 갖는 동기화가 적용된다는 점이다. 이는 시스템의 시간에 따른 현실적인 모사가 가능하도록 할 수 있다. 예를 들면 농산물 유통의 경우 일별이나 시간 별로 시간이 지남에 따라 지속적인 결과를 살펴볼 수 있기 때문에 장기적인 가격예측을 통한 생산자의 기대효과 분석 등도 가능하다.

Ⅲ. GASS 기반의 농산물 유통 시스템 시뮬레이션

농산물 유통의 경우, 최근 대형할인점이나 물류센터를 통해 유통단계가 많이 개선되고 있으나 여전히 생산에서 소비에 이르는 과정이 복잡하며, 농산물 유통단계는 생산자, 수집상, 중도매인(도매시장), 소매상, 소비자 등으로 이루어진 경우가 많다. 농산물의 유통은 각 단계에서 독립적인 의사결정이 이루어지기 때문에 이에 대한 종합적인 분석이 어려우므로 GASS를 통해 이 과정을 시뮬레이션 해 보고자 하였다. GASS를 이용하는 경우, 지속적으로 개별 단계 요소의 추가 및 개선을 통하여 시스템의 변화를 쉽게 반영할 수 있으므로 다양한 유통 변화를 반영한 시뮬레이션이 가능하다.

본 연구에서는 농산물 유통 단계를 생산자+수집상, 도매시장, 소매상+소비자로 요소를 총 3단계로 농산물 유통 시스템을 구성하고 이를 GASS를 이용해 시뮬레이션 하였다. GASS로 구현된 농산물 유통 시스템의 요소들은 수요와 공급 원칙에 따라 물량에 대한 의사결정이 이루어지고, 가격이 형성되게 된다.

1. 요소의 거동양식

농산물 유통 시스템에서는 농산물이라는 현실적인 물질의 흐름과 가격정보라는 추상적인 흐름이 존재한다. 실제 농산물의 흐름의 경우, 반품을 고려하지 않는다면 흐름을 일방향으로 간주하여 시스템을 묘사할 수 있다. 이러한 물질적 흐름은 가격이 낮은 곳에서 높은 곳으로 이동하게 되며 단계를 이동할 때마다 비용, 손실, 이윤 등의 요소가 결합되어 지속적인 가격증가요인이 발생하게 된다. 또한 흐름을 지배하는 시스템의 거동양식은 공급물량이 줄어들면 가격이 오르고, 공급물량이 늘어나면 가격이 내린다는 것이며, 반대로 소비자들은 가격이 오르면 수요량을 늘리려고 하고, 가격이 내리면 수요량을 줄이려고 하는 경향이 발생하게 된다. 따라서 출하물량의 변화가 시장가격 결정에 영향을 주는 물류의 흐름과 가격변화에 따라 소비수요가 결정되는 가격정보의 흐름을 통해 각 단계에서의 시장가격이 결정되게 된다. 이러한 기본적인 거동양식을 도식화하면 Fig. 3, Fig. 4와 같다. Fig. 3, Fig. 4에서 P는 시장가격, D는 수요량, S는 공급량을 나타내며, a, b는 각각 가격과 수요·공급량과의 상관관계를 나타낸다.

먼저 공급량(출하량)에 따른 가격변화는 도매단계와 소매단계에 이르는 동안의 손실량을 고려한 수량이 기본적인 수요량보다 많거나 적은 정도에 따라 가격에 영향을 미치는 것으로 판단하였다. 이를 식으로 표현하면 식 (1), (2)와 같이 나타낼 수 있다.

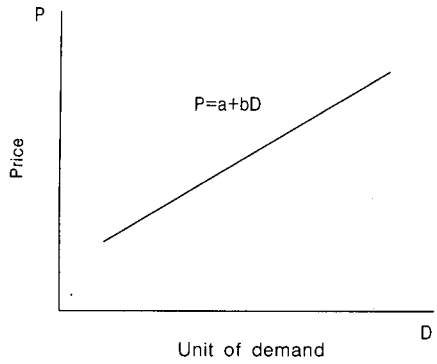


Fig. 3 General price-demand relationship

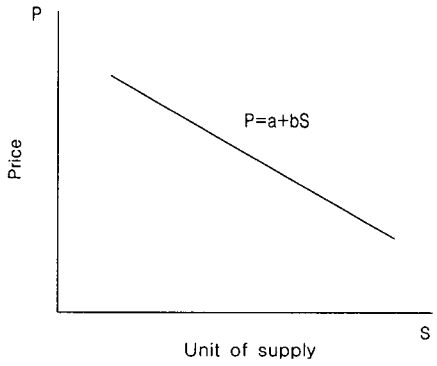


Fig. 4 General price-supply relationship

$$WP_t = SP_{12} \times [Q_{wt} - (Q_b + Q_p)] + WP_{t-1} \cdots (1)$$

여기서, WP_t: 당일 도매시장가격, WP_{t-1}: 1일전 도매시장가격, Q_{wt}: 당일 도매시장 반입물량, Q_b: 4년 시장반입량의 평균으로 추정된 기본 수요량, Q_p: 가격의 변화에 따른 수요변화, SP_{12}: 공급량에 따른 도매시장 가격변동률을 각각 나타낸다.

$$RP_t = SP_{13} \times [Q_{rt} - (Q_b + Q_p)] + RP_{t-1} \cdots (2)$$

여기서 RP_t: 당일 소매시장가격, RP_{t-1}: 1일전 소매시장가격, Q_{rt}: 당일 소매시장 반입물량, Q_b: 4년 시장반입량의 평균으로 추정된 기본 수요량, Q_p: 가격의 변화에 따른 수요변화, SP_{13}: 공급량에 따른 소매시장 가격변동률을 각각 나타낸다.

모형의 정확성을 보다 높이기 위해서는 생산과 수집단계에서의 수확조절이나 운송차량이나 포장방법에 따라 변화되는 손실률 등이 적절하게 반영되어야 할 것으로 판단된다.

시장 반입량에 따른 가격결정에 반영되는 기본 수요량 변화는 소비자 가격변화에 따른 수요변화에 의해 결정되는데 이를 식으로 나타내면 식 (3)과 같다.

$$Q_p = (RP_{t-1} - RP_{t-2}) \times PS_{31} \cdots\cdots (3)$$

여기서 Q_p: 가격변화에 따른 수요변화, RP_{t-1}: 1일전 소매가격, RP_{t-2}: 2일전 소매가격, PS_{31}: 소비량에 따른 공급변동률을 나타낸다.

정확한 값을 위해서는 당일 소매가격과 1일전 소매가격을 통해 수요변화를 추정해야 하지만 당일 시장가격이 추정값이 되므로 가격변화를 1일전 소매가격과 2일전 소매가격으로 반영하였다.

2. 요소의 설계

농산물 유통 시스템을 구성하는 요소를 생산(source), 유통(marketer), 소비(sink)의 3단계로 구성하고, 각 구성 요소들을 GASS 컴포넌트로 설계함으로써 GASS를 이용하여 농산물 유통 시스템을 시뮬레이션 하도록 한다. 앞서 설계한 생산자+수집상, 도매시장, 소매상+소비자로 구분되는 3단계 요소들은 각각 생산, 유통, 소비 단계로 치환할 수 있으며, 후자와 같은 단계로 GASS 컴포넌트를 설계한 이유는 수집상, 도매시장, 소매시장, 대형할인 마트 등의 요소들을 유통 요소로 치환 할 수 있기 때문이다. 이와 같이 3가지 구성 요소를 설계함으로써, 2단계 유통(생산-유통 또는 생산-소비) 뿐만 아니라 3단계(생산-유통-소비) 이상의 다단계 유통과정(생산-(n-2)*유통-소비)을 손쉽게 시뮬레이션 해 볼 수 있을 것으로 판단된다.

가. 생산 컴포넌트

생산 컴포넌트는 생산지와 수집상을 모델링한 컴포넌트로서 생산지에서 생산되는 일별 생산량의 정보를 제공한다. 일별 생산량은 인터넷에서 제공되는 생산량을 JazzX-CacheDB에 저장하고, 이를 이용하도록 하였다. 생산량은 생산자뿐만 아니라 수집상들에 의해 수확시기 조절 등에 의해 조절될 수 있으나, 이번 연구에서는 생산자와 수집상의 출하조절관련 데이터의 부재로 이 부분의 기능을 적절히 구현하지 못하였다. 추가 연구를 통하여 이 부분을 개선함으로써 보다 현실에 가까운 시뮬레이션 결과를 얻어낼 수 있을 것으로 기대할 수 있다.

생산요소는 생산 지역과 일자에 따른 일별 생산량을 JazzX-CacheDB로부터 가져오고 이를 컴포넌트의 감시(inspection)에 의해 필요한 데이터를 검색하고 그 정보를 근접성(proximity) 범위 내에 있는 GASS 컴포넌트에 제공할 수 있도록 하였다.

나. 유통 컴포넌트

유통 컴포넌트는 농산물 유통 과정에서 생산자와 소비자를 잇는 도매상인 등의 중간 유통 단계를 모델링할 수 있도록 설계한 컴포넌트로서 인접한 생산 요소나 소비 요소로부터 농산물 유통 물량 정보와 가격 정보를 가져와서, 자신이 제공하는 가격보다 적을 경우, 농산물 유통 물량, 가격변화와 유통과정의 손실을 고려하여 당일 가격을 추정하게 된다. 또한 인접한 소비 요소의 가격 변화에 따른 소비 물량을 추정하여 이를 시뮬레이션에 반영하도록 하였다. 향후 연구에서는 농산물이 운송되는 과정에서 발생하는 운송비나 기타 부대비용, 운송량에 따른 이익율의 변화, 운송과정 중의 저장 효과 등과 같은 다양한 요인들의 영향에 대한 추가적인 보완이 필요한 것으로 판단된다.

실제로 컴포넌트는 인터넷에 공개되어 있는 도매시장의 일별 가격을 JazzX-CacheDB에 저장한 후 t-1일 가격을 통하여, t일의 가격을 추정하기 위해서 인접한 생산 컴포넌트의 농산물 공급량 즉, 출하량 자료를 이용하여 운송과정 손실량을 고려한 반입량을 산정하고, 당일 소비수요량과 농산물 반입량의 차를 통하여 당일가격을 예측하도록 하였다. 또한 당일 소비량은 4년 동안 평균 시장 유통량을 기본값으로 하여 소비 요소의 t-2일과 t-1일의 가격 차이에 의한 소비수요 변화를 추정하여 결정하도록 설계하였다.

다. 소비 컴포넌트

소비 컴포넌트는 농산물 유통 시스템의 마지막에 위치한 요소로서 농산물 물류이동의 종점이며 가격에 따른 소비수요 변화 정보를 제공하는 역할을 담당하게 된다. t일 가격은 JazzX-CacheDB에 저장된 t-1일 가격을 이용하여 농산물 유통 시스템의 요소 간의 거동 규칙에 따라 가격 경락폭을 결정하여 추정하게 되며, t일의 농산물 소비량은 t-2일과 t-1일의 가격변화로 추정하도록 하였다. 따라서 시장원리에 따라 유통 요소에 의해 제공되는 농산물 공급물량이 소비물량보다 많을 경우 가격을 떨어지게 되고, 반대의 경우는 가격이 오르게 되는 것이다. 실제 농산물 유통 시스템에서 농산물 소비는 계절적인 요인, 문화적 요인에 의해 크게 영향을 받지만 본 연구에서는 물량과 가격과의 관계만을 고려하였기 때문에, 기타 요인에 의한 효과를 고려한 개선된 함수의 연구가 추가적으로 필요할 것으로 판단된다.

3. 데이터베이스 스키마 설계

Fig. 5와 같이 데이터베이스 스키마를 설계하였는데 첫 번째 테이블인 Source는 출하농가 즉, 생산 요소의 데이터베이스 스키마 테이블로 Index는 자료의 인덱스를 나타내며, Product index는 상품의 종류, Date는 출하날짜, Quantity는 출하물량, Location은 출하농가의 위치, Connectivity는 도로 연계성을 나타낸다. 두 번째 테이블인 Marketer는 중도매상인과 같은 유통 요소의 데이터베이스 스키

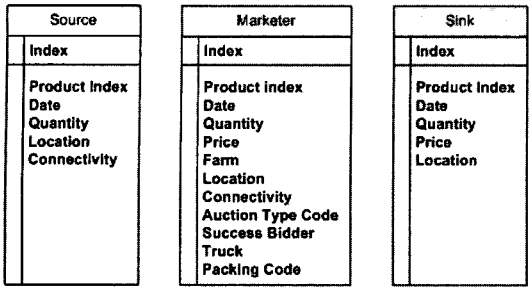


Fig. 5 Database scheme of system

마 테이블로서 자료의 인덱스(index), 상품의 종류(product index), 입고/출고날짜(date), 입고/출고 물량(quantity), 가격(price), 생산지(farm), 시장 접근도 즉, 도로연계성 (connectivity), 시장위치(location), 경매유형(auction Type Code), 낙찰 중도매인(success bidder), 운송수단(truck) 등으로 구분되며, 여기서 Packing code에는 상품의 포장종류인 신문지, 골판지, 비닐, 플라스틱상자 등의 구별과 팔레트 등의 기계화기반의 사용여부에 대한 정보가 포함된다. 마지막 테이블인 Sink는 소비자 즉, 소비 요소의 데이터베이스 스키마 테이블로서, 자료 인덱스, 취급상품의 종류, 구매일자, 구매량, 소비자 가격, 소비시장의 위치 등의 정보를 포함하고 있다. 시스템에서 테이블에 사용된 Code를 전체적으로 문자(character) 형태로 부여하고 있는데 이는 코드자체가 설명력을 갖도록 영문약자와 숫자를 복합적으로 구현하기 위한 것이다.

4. 농산물 유통 시스템 모델 구성

GASS를 이용하여 시뮬레이션을 하기 위해서는 서로 상관관계를 가지는 각각의 컴포넌트를 인접하게 위치시킴으로써, 컴포넌트 간의 상관관계가 설정되게 된다. 따라서 생산, 유통, 소비 컴포넌트를 각각 Fig. 6과 같이 배치하고 각 컴포넌트의 속성 데이터를 입력함으로써, 기본적인 시뮬레이션 환경 설정이 끝나게 된다.

각 컴포넌트의 속성(attribute)을 설정하기 위해서는 화면 왼쪽의 Bean properties 메뉴를 이용하

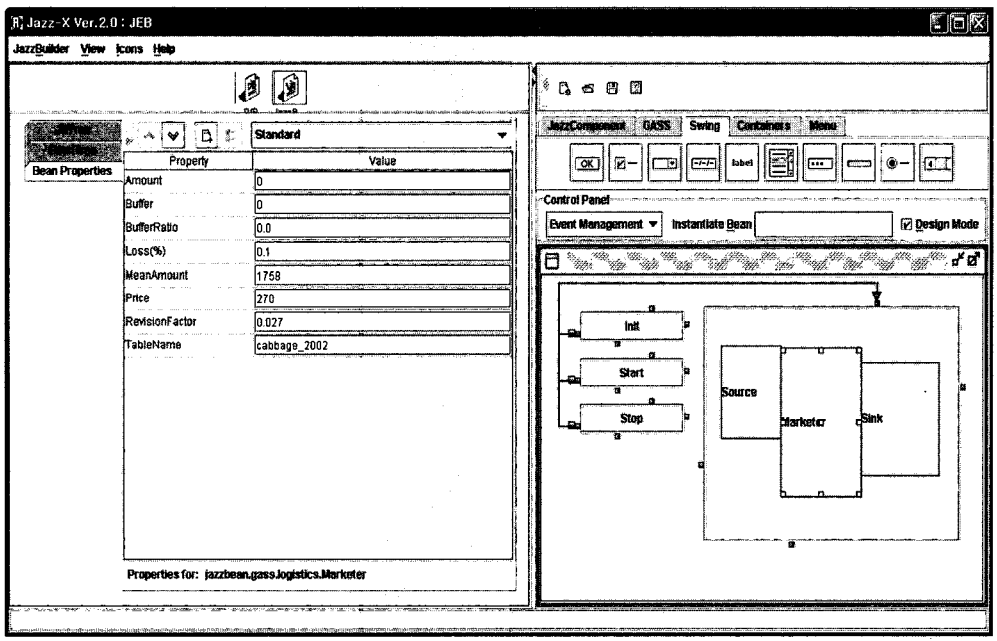


Fig. 6 GASS component builder for agricultural marketing system

면 된다. 먼저 생산 요소의 경우, 생산량을 가져올 JazzX-CacheDB의 테이블 이름(table name)과 기간(period)을 설정한다. 유통 요소의 경우, 운송 과정의 손실(Loss), t-1일의 가격을 가져올 수 있는 중도매인 DB 테이블 이름과 중도매인에 반입되는 물량을 이용하여 t-1일에서 t일의 가격을 유추해 낼 때 사용하는 계수(revision factor)를 입력해야 한다. 소비 요소의 경우, 유통과정의 농산물 손실량(loss)과 t-1일의 소비자 가격 정보를 제공하는 소비자 DB 테이블 이름, 반입되는 물량을 이용하여 t-1일에서 t일의 가격을 유추해 낼 때 사용하는 계수, t-2일과 t-1일의 소비자 가격으로부터 평균 소비물량을 산출할 때 사용하는 계수(price revision factor)를 모두 입력해야 한다. GASS로 구현된 농산물 유통 시스템의 경우 각 컴포넌트 계수의 수정만으로, 소스코드 수정 없이 다양한 시장과 품목에 대해 적용이 가능할 것으로 판단된다.

Fig. 6과 같이 GASS 컴포넌트로 구현된 시스템은 JazzX 컴포넌트를 이용하여 Fig. 7과 같이 구

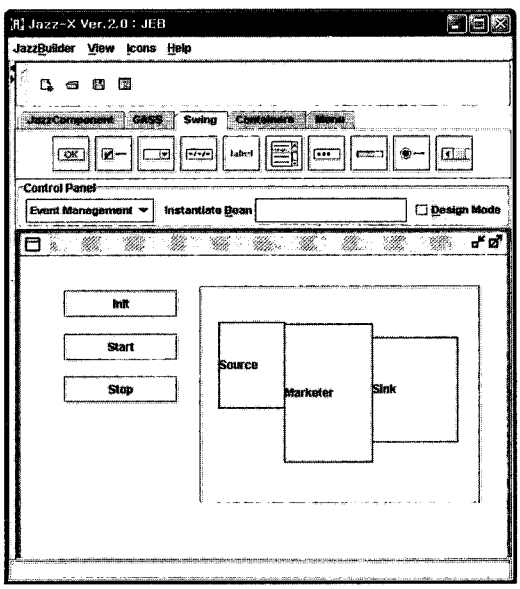


Fig. 7 Agricultural marketing system based on GASS

동시킬 수 있다. 먼저 Init 버튼으로 시간을 동기화하고, Start 버튼을 누름으로써 시스템을 간단하게 시뮬레이션해 볼 수 있으며, 각 컴포넌트에서 나오는 정보들은 각 컴포넌트의 이름으로 된 텍스트 파일로 그 결과들이 저장된다. 따라서 이 결과 텍스트 파일을 다양한 응용프로그램을 통해 추가적으로 처리하여 분석할 수 있다.

Ⅳ. 적용 및 고찰

GASS 기반에서 구현된 요소를 바탕으로 구성된 시스템을 고랭지 배추의 2001년과 2002년 도매정보와 소매정보를 대상으로 적용해 보았다. 2001년 자료를 바탕으로 모형을 구성하고 2002년 자료를 통하여 검정하였다. 통계적 분석에 의해 추정된 2001년의 출하에 따른 가격변동률과 가격에 따른 출하변동률은 Table 1과 같고, 모형의 모의결과와 실제자료에 의해 추정된 결과는 Table 2 및 Fig. 8, 9와 같다. Parameter는 통계분석으로 개략적인 거동에 따른 변동률을 결정하였다. 모형의 정확성을 높이기 위해 향후 다른 최적화 방안이나 여러 해에 걸친 자료를 통한 추가적인 보정이 필요할 것으로 판단되었다. 2001년 자료를 통해 추정된 모형을 2002년 자료를 통해 검정한 결과는 Table 3과 같으며, Fig. 10, 11은 이를 그래프로 나타낸 것이다.

Table 1 Parameter of GASS model for agricultural marketing (2001)

Parameter	SP_{12}	SP_{13}	PS_{31}
Value	0.027	0.088	2.6

Table 2 Certification of GASS model for agricultural marketing (2001)

Certification	R^2	RMSE (won)
Wholesaler	0.9933	16.8247
Retailer	0.9920	63.4839

Table 3 Validation of GASS model for agricultural marketing (2002)

Validation	R^2	RMSE (won)
Wholesaler	0.9811	26.5901
Retailer	0.9863	105.7213

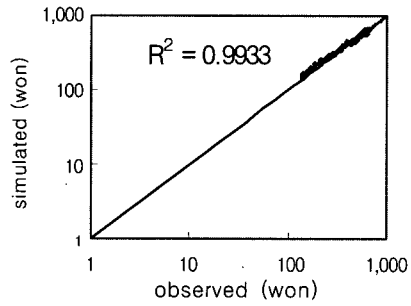


Fig. 8 Certification of wholesale (2001)

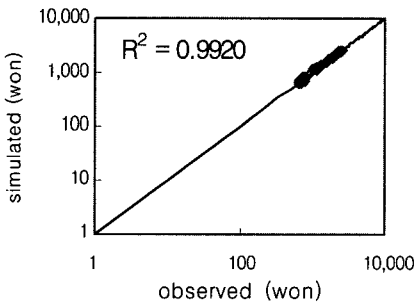


Fig. 9 Certification of retail (2001)

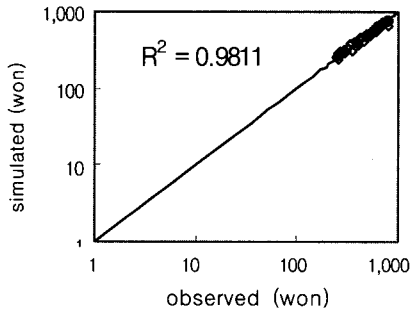


Fig 10 Validation of wholesale (2002)

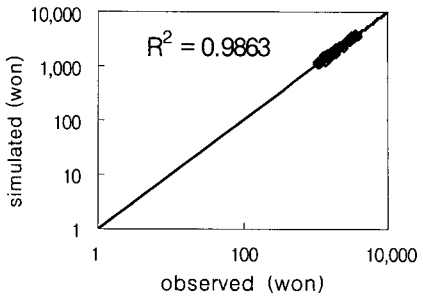


Fig 11 Validation of retail (2002)

여기서, S는 공급물량, P는 가격을 나타내며 첨자 1, 2, 3은 각각의 단계를 나타낸다. 따라서 SP_{12}는 1단계 즉, 생산자+수집상을 나타내는 생산요소 단계에서 발생한 공급물량의 수급상황이 2단계인 도매시장(유통요소)의 가격에 미치는 영향을 나타내며, SP_{13}는 1단계에서 발생한 공급물량이 3단계인 소비요소의 소매가격에 미치는 영향을 나타내고, PS_{31}은 3단계의 소매가격 변화가 생산요소의 공급물량에 대한 소비수요변화에 미치는 영향을 나타낸다.

GASS를 이용한 시뮬레이션 결과의 설명력은 기존의 통계분석을 통한 가격 추정 결과와 비교해 다소 높게 나타났다. Fig. 8, 9는 모형 구축에 사용된 자료를 통한 검증 결과이며 Fig. 10, 11은 구성된 모형을 다른 해에 적용하여 검정한 결과이다.

GASS 기반의 시뮬레이션 모형은 기존의 통계적인 모형이 유통과정을 각각의 단계로 나누어 분석하는데 비해 종합적으로 여러 단계의 거동을 살펴볼 수 있으며 이 결과가 비교적 실제 결과에 가깝게 나타났다. 향후 추가적인 자료를 통해 시뮬레이션 모형에 다양한 유통단계를 추가하면 보다 실제 농산물 유통에 가까운 분석이 가능할 것으로 판단되었다.

V. 결 론

본 연구에서는 기존의 공학적 기법으로 개발된

유통분석 컴포넌트를 기반으로 통합 시스템을 구축하고 이를 고랭지 배추를 대상으로 적용하여 보았다. GASS는 물류와 정보의 흐름을 일방향으로 정의하여 복잡한 시스템을 단순화할 수 있는 기반을 제공하였으며 독립적인 의사결정을 하는 각 단계를 개별 요소로 구현하여 거동양식을 적용할 수 있었다. 고랭지 배추의 도매자료와 소매자료를 통해 적용해본 결과 모델의 추정결과와 검정결과의 도매가격과 소매가격에 대한 설명력이 0.9933, 0.9811과 0.9920, 0.9863으로 높게 나타났으며 향후 요소의 수정, 보완 및 추가를 통해 더욱 세밀한 유통분석을 가능하게 할 수 있을 것으로 판단되었다.

본 연구의 농산물 유통 시스템에는 시장가격의 변화에 따른 생산자와 수집상의 거동양식의 반영이나 생산자와 수집상의 수확시기 조절 등의 영향을 고려하지 못한 한계가 있으며 이는 각 단계별 추가자료를 통해 구현이 가능할 것으로 보인다. GASS 기반의 농산물 유통 시스템은 개별 요소를 추가하거나, 개선함으로써 보다 현실적인 모습에 가깝도록 구현이 가능하며, 더욱 정확한 예측결과를 제공할 수 있을 것으로 기대되며, 향후 농산물 유통분야에서 범용적으로 사용되기 위한 기반 요소에 대한 연구를 통해 생산자부터 수집상, 도매상, 소매상, 소비자 뿐만 아니라 대형할인마트, 물류센터 등 모든 단계에서 사용될 수 있는 시스템으로의 발전이 가능할 것으로 판단된다.

본 연구는 농림기술관리센터 '농촌의 자원, 환경 요인의 유형화를 통한 농촌정보지원시스템 구축'(과제번호: 202032-1)'와 '농업시설의 계획·설계를 위한 CAD와 GIS 자료구조 통합 시스템 개발'(과제번호: 203103-03-2)의 연구비 지원으로 수행된 결과의 일부임.

References

1. Acock, B. and V. R. Reddy. 1997. Designing an object-oriented structure for crop models. *Ecological Modelling*. 94: 33-34.
2. Arnold Ken and James Gosling. 1996. The Java™ programming language. Addison-Wesley Publishing Company, Inc.
3. Caldwell, R. M. and A.A.J. Fernandez, 1998. A generic model of hierarchy for systems analysis and simulation. *Agricultural Systems*. 57(2): 197-225.
4. Chen, Jia-Lin and James F. Reynolds. 1997. Gepsi: A generic plant simulator based on object-oriented principles. *Ecological Modelling* 94: 53-66.
5. Cho, B. H., S. H. Jung, K. H. Kim, H. R. Oh, Y. R. Seong. 1999. Development and performance evaluation of a car assignment and routing algorithm for reducing transportation cost in a logistics system. *Journal of the Korea Society for Simulation*. Vol. 8(3): 91-103. (in Korean)
6. Goyal S. K. and Fassil Nebebe. 2000. Determination of economic production - shipment policy for a single-vendor - single-buyer system. *European Journal of Operational Research*. Vol. 121(1): 175-178.
7. Grunert, S. C. and K. Kristensen. 1992. The green consumer: Some Danish evidence. *Marketing for Europe - Marketing for the future*. Aarhus, pp. 525-539.
8. Kropff, M. J., J. W. Jones, and Gon van Laar. 2001. Advances in systems approaches for agricultural development. *Agricultural Systems*. 353-354.
9. Nersesian, Roy L. and G. Boyd Swartz. 1996. Computer simulation in logistics: with visual basic application. Quorum Books.
10. Papajorgji, P., R. Braga, J.W. Jones, and C.H. Porter. 2000. Modular crop model using

unified modeling language. Agricultural and Biological Engineering Department, University of Florida, Gainesville, FL.

11. Parker, C. 1999. Decision support systems: lessons from past failures. *Farm Management* 10: 273-289.
12. Toru Higuchi and Marvin D. Troutt. 2004. Dynamic simulation of the supply chain for a short life cycle product-lessons from the tamagotchi case. *Computers & Operations Research.* 31(7): 1097-1114.
13. Tuorila, H. 1987. Selection of milks with varying fat contents and related overall liking, attitudes, norms and intentions. Appetite 8: 1-14.
14. Van Evert, F. K. and G. S. Campbell. 1994. Cropsyst: a collection of object-oriented simulation models of agricultural systems. *Agronomy Journal.* 86(2): 325-331.
15. Yang, B. H., Y. H. Lee. 1994. Design of the simulation - based vehicle distribution planning system for logistics. *J. of KIIE,* 7(2): 87-97. (in Korean)
16. Yang, I. T., D. M. Kim, Y. G. Yu. 2001. On application of the GSIS and AHP in determination of the optimum route. *J. of KSCE.* 21(2-D): 247-253. (in Korean)
17. Yi, H. J. 2003. Simplifying complexity and emerging self-organization of integrated agricultural system models. PhD thesis, Seoul National University.