

# 유비쿼터스 환경에서 다중 동적 의사결정지원시스템(UMD-DSS) : 비구조적 문제 중심으로

**이현정**  
고려대학교 경영대학 연구교수  
(hjlee5249@gmail.com)

**이건창**  
성균관대학교 경영학부 교수  
(kunchanglee@gmail.com)

본 연구에서는 무선 네트워크 접속기능을 갖춘 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서의 다중 동적 의사결정지원시스템(Multi-Dynamic Decision Support System in Ubiquitous Computing; UMD-DSS)을 제안한다. 즉 유비쿼터스 컴퓨터환경에서의 의사결정은 다수의 유동 참여자들이 시시각각 변화하는 정보를 기반으로 의사결정자들 개인의 목적과 참여된 집단의 목적을 동시에 만족하는 의사결정을 지원한다.

이를 위해 본 연구에서 제안하는 의사결정지원시스템은 혼합형구조를 이룬다. 개별 의사결정자들의 의사결정을 지원하는 분산형 의사결정지원시스템과 의사결정자가 속한 집단의 목적함수를 최대화를 지원하는 중앙집중형 의사결정시스템이 혼합된 혼합형 의사결정지원시스템을 제안한다.

혼합형 의사결정지원시스템의 기본 구조는 의사결정에 참여하는 개별에이전트들로부터 인식된 상황정보를 이용한 의사결정프로세스를 관리하는 의사결정프로세서, 다중 에이전트들을 관리하는 다중 에이전트 프로세서 및 의사결정을 위해 필요한 지식을 관리하는 지능적 지식관리 프로세서로 구성된다.

유비쿼터스 컴퓨터 환경에서의 의사결정은 시간과 공간의 제약을 받지 않으며 다중 유동의사결정자의 의사결정을 동시에 할 수 있고, 이러한 의사결정이 의사결정자가 속한 집단의 목적함수를 최대화 할 수 있도록 해야 한다. 이에 적합한 비구조적인 문제인 유틸리티(u-Fulfillment)의 특징은 다음과 같다. 의사결정에 참여하는 유동 의사결정자가 다수이며 시시각각으로 변하는 문제에 즉각적인 대응이 요구되고 단기간의 공유된 정보를 활용하여 의미 있는 의사결정이 요구되는 특징이 있다. 따라서 본 연구에서는 유틸리티(u-Fulfillment)를 본 연구의 활용 대상으로 하여 유비쿼터스 다중 동적 의사결정지원시스템을 제안한다.

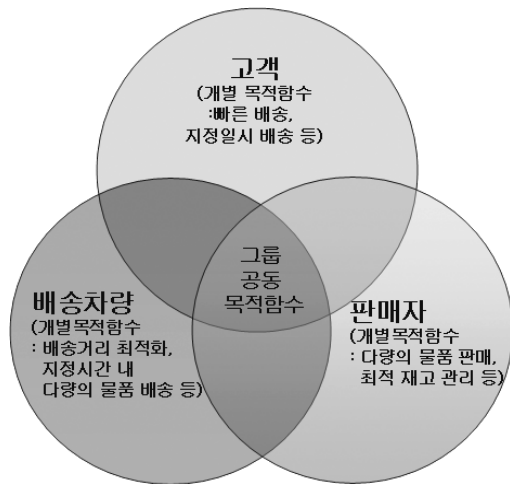
논문접수일 : 2008년 05월      게재확정일 : 2008년 06월      교신저자 : 이건창

## 1. 서론

본 연구에서는 유비쿼터스 기술적 기반 환경 하에서 유동 의사결정자와 유동 의사결정자가 속한 집단의 비구조적인 문제(Highly ill-structured Problem)의 의사결정을 지원하기 위한 유비쿼터스 다중 동적 의사결정지원시스템(UMD-DSS)을 제안

한다. 유비쿼터스 컴퓨팅환경 하에서는 언제 어디서나 의사결정자가 처한 현재의 상황과 관련하여 가용자원, 제약조건, 목적함수 등과 관련된 상황 정보를 인지하고 이를 기반 하여 상황에 적합한 의사결정이 이루어지도록 하는 것이 매우 중요하다. 의사결정자는 순간의 인지 가능한 다양한 상황정보에 따라 공유된 다양한 정보자원을 활용하

여 순간에 따른 복잡한 다중의사결정을 수행해야 한다. 즉 유티쿼터스 환경에서는 유커머스(Galanxhi-Tanaqi and Nah, 2004)와 같은 시장에 적절하게 반응하기 위해서는 다량의 정보를 실시간으로 모아서 실시간으로 최종의사결정자들이 집단으로 적절한 의사결정을 할 수 있어야 한다. 예를 들어 <그림 1>과 같이 유폴필먼트(u-Fulfillment) 상황에서는 개별 의사결정자인 고객, 배송차량, 온라인 판매자 등이 존재하고, 이들은 물품 배송의 공동된 목적을 공유하고 있다. 또한 의사결정에 참여하는 개별의사결정자들의 상황 및 요구 사항 등의 변경이 실시간으로 상호적으로 인식될 수 있고, 개별의사결정자들의 의사결정이 공동의 목적함수를 위한 최종 의사결정에 영향을 미치게 된다. 즉 고객과 닿아 있는 최전방에서의 집단적인 의사결정이 매우 중요하다고 할 수 있다.



<그림 1> 유폴필먼트에서 의사결정에 참여할 수 있는 구성원들

이러한 집단적인 의사결정에서는 의사결정자의 개별 목적함수와 의사결정자가 참여한 집단 목적함수 간에 조율을 위해 상황인지 기능을 이용하여

한정된 자원을 배분하고 의사결정자가 처한 상황 하에서의 각종 제약조건을 고려한 의사결정이 되도록 지원하는 것이 매우 중요하다. 이를 지원하기 위한 다중 동적 의사결정지원시스템(UMD-DSS)으로(권오병 외, 2004)유티쿼터스 다중 동적 의사결정지원시스템(UMD-DSS)은 혼합형 포털 서비스 구조(Hybrid portal structure)로 이루어진다. 분산되어 이동 중에 있는 개인의 의사결정을 지원하는 분산형 서비스와 집단 의사결정을 위한 정보 공유와 통합을 지원하는 중앙집중형 서비스의 혼합형태를 취하는 혼합형 포털 서비스를 제안한다. 집중형(central structure)은 공유 및 처리 가능한 지식과 분산 데이터를 공유하기 위한 등을 제공하고 분산시스템은 정보를 소유한다. 즉 서비스를 원하는 조직의 목적에 맞게 응용서비스를 새로이 조합 생성하여 의사결정자에게 제공할 수 있으며, 서비스를 이용하는 의사결정자들과의 상호 능동적인 대화와 통합 동기화된 서비스 제공한다(Cabri et al., 2001).

다중을 위한 프로세서 통합을 위한 프로세서와 의사결정지원 프로세서다중 에이전트 조율을 위한 프로세서는 한지능적 정보 처리 프로세서는 지원하며, 정보의 공유 및 통합을 지원한다. 의사결정 지원 프로세서는 단일 의사결정과 다중 의사결정 문제를 해결을 위한 문제인식 및 대안생성 등의 의사결정과정을 지원한다.

UMD-DSS 적용대상의 특성 등은 다음과 같다. 비구조적인 문제로 단기적인 목적을 가지고 동적으로 결성된 다중 의사결정자들의 개인 및 집단의사결정을 지원하고 시간에 따라 동적으로 제약조건이나 목적 등이 변화한다. 예를 들어 의사결정자의 제약조건 등에 따라 반복적으로 민감도 분석 및 'what-if' 분석과 같은 의사결정기법을 사용하는 것은 의사결정의 편의성과 유용성을 증가 시켜

줄 수 있다고 본다.

그 대상으로 유틸리티(u-Fulfillment)를 선정하였다. 유틸리티는 배송에 참여하는 객체의 유동성이 높고 의사결정문제도 유동성이 높아 변화된 상황인식에 따른 예상치 않은 의사결정이 빈번히 요구되는 특징이 있다. 예를 들어 배송을 위한 단기 조직의 개별 의사결정자들로는 고객, 배송차량, 판매자가 있을 수 있으며, 개별 의사결정자의 각각의 목적함수는 <그림1>과 같이 살펴볼 수 있다. 집단의 공동 목적함수는 <표 1>과 같이 고객이 원하는 일시에 최대한의 이익으로 판매자의 물품이 최소한의 비용으로 배송차량을 통해 정확히 전달하는 것이다. 유동 고객이 배달 장소와 일자 변경을 요구하면 그 요구가 배송차량에게 전달되고 배송계획의 변경이 요구된다. 또한 판매자의 물품 출하일자 계획도 변경되어야 하므로 이들 간의 충돌이 발생할 수 있다. 따라서 본 실험에서는 유동 의사결정자들 간의 실시간으로 전달되는 의사결정요구 변경사항에 따라 개별의사결정자와 집단 의사결정자(권오병 외, 2002)들의 목적함수를 최적으로 만족하도록 의사결정이 이루어지는 것을

지원하도록 하는 것을 대상으로 실험하였다. 다음 <표 1>은 유틸리티에서 개별의사결정자와 그 목적, 단기 조직의 집단 의사결정자 구성원, 집단 의사결정의 목적, 목적함수 충돌 예 및 개인의사결정자들의 대안을 제시하고 있다.

본 연구에서 제안하는 UMD-DSS는 유틸리티와 같이 동적 목적을 위해 단기간에 모인 동적 조직(strader et al., 1998)의 동적 구성원들의 목적 이익을 최대화할 수 있는 의사결정 지원 시스템을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서 관련 문헌들을 살펴보고, 제 3장에서는 다중 동적 의사결정지원시스템의 정의를 살펴보고, 제 4장에서는 다중 동적 의사결정지원시스템을 위한 포탈 구조를 제시한다. 제 5장에서는 비구조적 문제에서의 의사결정의 특성을 논의하고 제 6장에서는 유틸리티를 대상으로 한 예제 실험을 통해 다중 동적 의사결정지원시스템의 유용성을 검증하고 제 7장에서 결론 및 향후 과제에 대해 살펴보기로 한다.

## 2. 문헌조사

본 연구가 제안하는 의사결정지원시스템은 유동성이 큰 의사결정자(Keen and Mackintosh, 2001)의 의사결정 지원을 위한 연구이다. 따라서 관련 연구들을 살펴보면 다음과 같다.

### 2.1 유비쿼터스 컴퓨팅(Ubiquitous Computing)

유비쿼터스는 기계중심의 사회에서 사람중심의 사회로 변화되는 그 변환점이 되는 기술과 개념을 제공하고 있다. 즉 최상의 기술발전은 기계가 아닌 사람이 최우선이 되는 것을 지원한다. 기존의 컴퓨팅환경과 유비쿼터스 컴퓨팅환경의 차이점은 정

<표 1> 유틸리티에서 의사결정 구성원과 목적함수 등의 예제

개별 의사결정자	고객	배송차량	판매자
개인 의사결정 목적	지정 일시 배송	최소 비용 배송	최대의 이익 배송
단기조직의 의사결정 구성원	고객, 배송차량, 판매자	고객, 배송차량, 판매자	고객, 배송차량, 판매자
집단 의사결정 목적	물품배송	물품배송	물품배송
목적함수 충돌 예	지정 일시 배송 불가	비용 추가	이익 감소
개인적 대안	지정 일시 변경	경로 변경	배송차량 변경

보화 및 상업화 등의 주체가 컴퓨터 중심에서 사람 중심으로 변화되고 있는 점이다. 사람이 정보를 이용하고 거래를 위해 컴퓨터를 이용하기 위해 컴퓨터를 사용하였지만, 유비쿼터스 환경에서는 사람이 컴퓨터를 필요로 하기 전에 먼저 컴퓨터 환경이 필요로 하는 사람에게 서비스를 제공하는 사람 중심의 환경이다(Weiser, 1993; Gellersen, 2005; Gershman, 2005). 즉 유비쿼터스 컴퓨팅은 언제 어디서나 접속 가능한 컴퓨터 환경(Weiser, 1991)을 의미하고 네트워크와의 교신 능력을 가진 초소형 칩이 실세계의 각종 사물에 내장됨으로써, 사람과 사람, 사람과 사물 그리고 사물과 사물 간의 의사소통을 가능하게 한다(Rogers, 2005). 따라서 다양한 동적상황에서의 의사결정을 필요로 한다.

## 2.2 의사결정지원시스템 형태(Decision Support Systems)

기존의 의사결정지원시스템은 독립형 또는 위치반형(Stationary location system)(Lyytinen and Yoo, 2002)으로 동적 의사결정자가 예기치 못한 의사결정에 부딪힐 때 사용하기에는 시간적, 지역적 제약이 존재했었고, 의사결정을 지원하는 관련 정보와의 차단을 야기하기(BenMoussa, 2002)도 한다. 따라서 이러한 한계점을 극복하고자 유비쿼터스 의사결정지원시스템 관련 연구가 활발히 이루어지고 있다(Kwon, 2005, 권오병 외, 2004, 2005).

기존의 의사결정지원시스템들을 살펴보면 다음과 같다. 개인의 의사결정을 지원하는 시스템, 집단의 의사결정을 지원하는 시스템, 의사결정자들에 웹을 통해 정보 공유가 가능한 시스템(Hess and Campbell, 2003), 유동의사결정자들을 지원하는 모바일 의사결정지원시스템이 등장하여 왔다. 그러나 예를 들어 모바일 의사결정시스템의 경우

의사결정자의 유동성을 보장하더라도 정보 공유 및 정보 처리를 위한 시스템의 물리적 한계 등이 여전히 존재한다(Banavar and Bernstein, 2002). 현실에서는 점점 더 많은 의사결정자들의 유동성이 증가되고 있으며 의사결정 문제 또한 유동적인 제약조건에 노출된다. 즉 의사결정자들은 더 이상 유동성을 제한 받기 원하지 않고 있으며 이를 지원하기 위한 의사결정지원시스템이 요구된다(Gordon, 2002; Gruidin, 2002). 각 시스템들에 적용이 유용한 경우를 살펴보면 다음과 같다. 개인 의사결정지원시스템(Individual Decision Support Systems)은 집단에 속한 개인별 의사결정이 집단의 의사결정에 영향을 미치지 않는 경우, 집단 의사결정지원시스템(Group Decision Support Systems)은 다중 의사결정자들의 공동의 목적을 위한 의사결정을 지원하는 것에 적합하고, 모바일 의사결정지원시스템(Mobile Decision Support Systems)은 의사결정자의 유동성은 보장되나 에이전트들 간의 상호 능동적으로 반응할 수 있는 내장형 에이전트 시스템을 갖추지 못해 유용한 의사결정지원에 한계가 있다. 웹 의사결정지원시스템(Web Decision Support Systems)(권오병, 2003)은 웹을 통한 통합된 정보를 공유할 수 있는 장점이 있으나 모바일 의사결정지원에 시스템에 비해 유동성이 떨어진다.

따라서 본 연구에서는 상호 능동적 내장형 에이전트를 이용하여 다중 동적 의사결정자들간의 상황인식이 가능한 경우에서의 의사결정 지원시스템을 제안한다.

## 2.3 상호 능동적 내장형 에이전트(Proactive Embedded Agent)

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 의사결정자의 유동성도 증가하지만, 비구조화(ill-structured) 된

해결되어야 할 많은 대상문제들이 있다. 예를 들어 유폴필먼트의 경우 의사결정에 참여하는 구성원들이 이동 중에 예상하지 못한 배송계획의 변경 등이 빈번히 발생하게 된다. 따라서 개별 의사결정자들은 내장(embedded) 에이전트를 이용한 의사결정자들 간의 정보와 시스템 공유 및 문제해결을 위한 상호협력(collaboration)을 위해 상호 능동적(proactively)으로 정보를 주고받는다(Shim, 2002; Sikora and Show, 1998; 권오병 외, 2004). 에이전트에 있어서 상호능동성은 중요한 것으로 관련 정보 및 자원에 자발적으로 접근할 수 있고(Siewiorek, 2002) 정보를 스스로 처리할 수 있다는 점은 매우 중요하다. 예를 들어 지리적으로 멀리 떨어져 있는 상호협력자들의 위치정보(Location-awareness)(Spreitzer and Theimer, 1993)를 인식하고, 시스템 가용 가능성 등을 원격지 시스템 사용자에게 제공 한다(Lyytinen and Yoo, 2002). 또한 트럭의 위치 추적 서비스(Gershman and Fano, 2005)나 여행안내 서비스(Borriello et al., 2005) 등에 매우 유용하게 활용될 수 있다. 따라서 능동적 상황 정보처리(Contextual data processing)는 의사결정자의 능동적 의사결정을 돕기 위해 지능적으로 데이터 처리를 도와 의사결정을 지원 하는 역할을 제공할 수 있다(Kwon et al., 2005; 이견창 외, 1996). 즉 효율적 의사결정은 정보와 지식의 공유로부터 가능하며, 유비쿼터스 환경에서는 기존의 공간 및 시간적 한계를 극복하고(Karsten and Lyytinen, 1999) 중앙 집중화된 정보 및 시스템(centralized processing)을 통해 의사결정집단에 흩어져 있는 정보 및 지식을 공유하고 이를 인식 활용하는 것이 중요하다(Fagrell et al., 1999; Moreland et al., 1996; Wegner, 1987). 향상된 정보 인식 활용 능력은 지식 및 정보의 공유, 지능형 의미론적 정보 처리와 지능적 지식관리 등을 통해 더욱 잘 활용될

수 있다 (Moreland et al., 1996; Wegner, 1987).

유동 의사결정자를 위한 이동 에이전트는 한 장소에 상주하는 기존의 상주 에이전트와는 구별되는 것으로 이동 에이전트는 그 자체가 자원과 정보를 가지고, 여러 네트워크를 이동하면서(Iwao et al., 2003) 필요한 프로세스와 정보를 처리하고 원격시스템과 통신하고 다양한 프로세스와 데이터를 사용한다(Bui and Lee, 1999). 따라서 이동 에이전트 간의 메시지 전달과 조율은 서로 간의 데이터를 어떻게 공유하는가 하는 방법론에 근거한다. 예를 들어 에이전트 간의 통신의 지원을 위한 집중형 서비스(Central portal service)의 예로 블랙보드모델(Blackboard model) 등이 존재한다(Hayes-Roth, 1985; Lee et al., 1993). 또한 다중에이전트 시스템에서 에이전트 조율(coordination)은 특정목적 가진 에이전트들 간의 한정된 자원의 공유를 위해 시공간적으로 조화될 수 있다(이현정 외, 2008). 즉 시공간적으로 한정된 자원의 효율적 사용을 위해 잘 조율(Well-coordination) 되어야 한다(Chen et al., 2004).

앞에서 살펴본 시스템들을 기본으로 하여 본 연구에서는 이동 에이전트를 기반으로 한 동적 다중 의사결정지원시스템 제안한다.

## 2.4 의사결정지원시스템의 정보 처리 구조 (Information Process Control Structure)

다중 의사결정 지원을 위한 정보 및 의사결정지원시스템의 공유는 중앙 집중형(Centralized), 분산형(Decentralized) 그리고 혼합형(Hybrid system) 등의 형태로 볼 수 있다. 집중형 서비스는 동기적 정보 처리(synthesized information processing) 및 협력적 처리(collaborating processing) 등을 지원하고, 또한 의사결정지원시스템과 같은 다양한 응

용서비스를 제공 한다(Lyytinen and Yoo, 2002; Gordon, 2002). 이러한 집중형서비스는 중앙의 한 시스템에서 정보와 시스템을 모두 관장하기 때문에 처리(Control Process)는 간단한 반면, 정보나 자원의 주고받음에 있어 단점이 있다. 분산형 시스템은 각각의 시스템이 정보와 그 처리를 관장하고, 이들 간의 통신을 통해 데이터, 정보 등을 교환 및 처리를 공유한다. 이러한 시스템에서 모든 시스템이 정보와 데이터 처리를 공유하기 위해 통신비용을 증가시키는 단점이 있다. 따라서 본 연구에서는 중앙형과 분산형 시스템을 혼합한 혼합형 시스템을 제안한다.

## 2.5 비구조적 문제(Highly ill-structured Problem)

유틸리티는 유동적인 의사결정자들, 정보의 동적인 변화(고객의 요구사항의 변화, 차량의 이동위치 등), 의사결정자 집단의 동적인 변화 등이 존재하고, 고객 중심으로 물류배송을 통제하는 시스템이다. 따라서 동적인 의사결정에 참여하는 참여자들 간의 정보, 지식 및 프로세스의 공유가 요구된다. 예를 들어 시스코의 ‘merge-in-transit’ 프로그램은 다양한 제조업자들로부터 고객에 이르기까지의 부품들의 동적 흐름을 관리(Reynolds, 2001)하고 있고, 유틸리티 환경에서는 시시각각 발생하는 사건이나 배송 제품 등의 연속적인 상황 및 위치 추적이 요구된다(Gordon, 2002). 즉 시시각각으로 생성되는 비구조적 정보에 기반한 긴급한 의사결정의 효율적 지원에 대한 요구가 증가하고 있다(Reynolds, 2001)고 볼 수 있다.

유틸리티 환경에서 의사결정은 장소나 시간에 의존적이지 않고, 동적이며, 통합된 정보에 기반한, 단기간의 개인화되고 동기화된 의사결정을

요구한다. 따라서 본 다중 동적 의사결정지원시스템(UMD-DSS)은 유틸리티와 같이 예기치 못한 동적인 상황에서 비구조적인 정보의 생성과 다중의 개별의사결정 및 집단의 의사결정이 모두 최적으로 이루어져야 하는 상황을 지원하도록 한다.

## 3. 다중 동적 의사결정지원시스템의 정의

본 연구에서 제안하는 다중 동적 의사결정지원시스템은 개인의 의사결정과 동기적으로 집단의 의사결정을 지원하고, 의사결정자의 유동성을 지원하며 정보의 공유를 지원하는 특성을 종합화한 시스템이다. 즉 유동적인 개인의 의사결정과 집단의 의사결정 간에 상호관계성이 존재할 때 의사결정자들간에 공유 가능한 상황정보를 모두 활용한 종합적인 의사결정 지원시스템이라고 볼 수 있다.

### 3.1 다중 동적 의사결정지원시스템의 특성

본 연구에서 제안하는 유틸리티 다중 동적 의사결정지원시스템은 유동 의사결정자가 속한 집단의 목적함수를 개인의 목적함수와 함께 고려하여 장소나 시간적 제약 없이 의사결정하고 공유된 통합된 정보를 활용하여 비구조적 문제의 의사결정에 적용되어 시시각각 변화하는 순간의 환경에 가장 적합한 형태로 의사결정이 이루어지도록 하는 것이다.

예를 들어 물류배송에 있어서 물류차량의 스케줄링 의사결정에 고객의 의사결정이 고려되어야 하고, 고객과 물류차량의 목적함수를 최대화하는 방향으로 의사결정이 이루어져야 한다.

제안하는 유틸리티 다중 동적 의사결정지원시스템은 다음과 같이 기존의 의사결정지원시스템들의 한계점을 극복하고 특성을 종합화한 형태

로 다음과 같은 특성을 가지고 있다.

### 3.1.1 개인화된 의사결정(Personalized decision support system)

개별 의사결정자의 개별적 목적에 따른 다양한 대안들의 생성 및 의사결정자의 개인적 선호도에 따른 대안의 개별적 선택을 지원하는 의사결정 지원시스템이다. 예를 들어 제품 구매에 있어 제품 선택의 기준은 의사결정자마다 다르며 이에 따른 동적 의사결정자를 위한 의사결정을 지원한다.

### 3.1.2 유동성의 보장(Ubiquity)

유동 의사결정자가 의사결정을 위해 장소나 시간의 제약을 받지 않는다. 예를 들어, 배송차량이 이동 중에 배송과 관련된 다양한 제약조건의 변화에 따라 의사결정을 변경할 수 있다.

### 3.1.3 통합된 정보의 활용(Collective Intelligence)

웹을 통한 다양한 정보자원으로부터의 정보를 통합하고 다중 의사결정에 참여하는 의사결정자들이 최선의 의사결정을 위해 정보를 공유한다. 예를 들어 배송차량들 간에 배송정보를 공유하는 것이 가능하다.

### 3.1.4 비구적 문제에 적용 (Highly ill-structured Problem)

시간에 따라 의사결정에 관련된 정보가 동적으로 생성되고 의사결정이 동적으로 변화하는 경우에 해당된다. 또한 의사결정을 위한 구성원이 단기 목적을 위해 동적으로 구성되며 시간에 따라 제약 조건과 의사결정의 대상이 변화하는 상황에 매우 의존적인 문제에 유용하다.

## 3.2 다중 동적 의사결정에 적용되는 문제의 특성

다중 동적 의사결정지원시스템이 적용될 수 있는 의사결정의 문제의 특성을 의사결정자의 범위, 다중 의사결정 문제, 의사결정의 시기 및 지속성 면에서 살펴보면 다음과 같다.

### 3.2.1 다중 의사결정자

다중 동적 의사결정지원시스템은 다중 의사결정자가 의사결정에 참여한다. 즉 의사결정에 참여되는 의사결정자들은 시간이나 장소의 제약을 받지 않는다. 예를 들어 개인이 의사결정을 할 때 소속된 집단의 위치나 시간에 상관없이 집단의 의사결정을 참고할 수 있으며, 상호 간의 영향을 미치게 된다. 즉 의사결정의 참여자는 기존의 의사결정지원시스템에서와 같이, 개인의 의사결정이든 집단의 의사결정이라는 경계가 모호해지게 된다. 즉 개인의 의사결정은 집단의 의사결정을 참고하게 되고, 집단의 의사결정은 개인의 의사결정을 고려해서 이루어지게 된다. 따라서 의사결정자의 범위가 개인이나 집단이나의 문제가 아니라 의사결정의 순간에 고려되어야 할 참여자들을 구분하는 것이 유비쿼터스 의사결정지원시스템에서는 매우 중요하다.

### 3.2.2 다중 의사결정문제

유비쿼터스 환경에서는 동시다발적으로 다양한 문제가 발생한다. 의사결정자 개인과 개인이 속한 집단의 다중 문제의 동시적 의사결정이 매우 중요하다. 또한 의사결정의 대상은 개인 의사결정자의 목적함수의 해결과 동시에 의사결정자 개인이 속한 집단의 목적함수의 해결이 요구된다. 예를 들어 물류배송에 있어 물품을 구매한 고객의 의사결

정과 물류배송차량의 의사결정, 물류배송차량이 속한 배송집단의 의사결정의 동기적으로 이루어지는 다중 목적함수를 최적화시키는 의사결정이 요구된다.

### 3.2.3 동적 의사결정

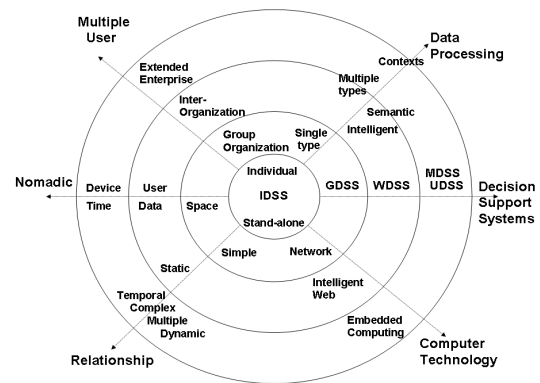
유비쿼터스 환경에서는 의사결정의 공간적 시간적 제약이 매우 약화된다. 즉 언제 어디서나 필요로 하는 시점에 의사결정이 가능하다. 예를 들어 모바일 기기 등을 이용하여 유동성을 지원 받을 수 있으며 웹서비스를 통해 통합된 정보이용이 가능하다는 특성이 있다. 물류배송차량의 경우 이동 중에 고객의 요구사항이나 교통상황 등의 제약조건에 따라 동적인 의사결정을 할 수 있다. 즉 시간이나 공간 및 상황정보에 따라 변화되는 제약조건에 따라 동적인 의사결정이 요구된다.

### 3.2.4 동적 의사결정자들의 단기 관계성

유동적인 환경에서의 의사결정을 위한 의사결정자 집단의 지속성과 의사결정 문제는 시간에 매우 의존적인 경우가 대부분이다. 즉 시간이 지나고 나면 의사결정을 위한 모인 집단의 목적함수가 의미를 잃고 의사결정의 중요성이 사라지는 경우가 대부분이다. 따라서 주어진 상황하에서 의사결정에 참여하는 참여자들 간에 매우 긴급하게 의사결정이 이루어져야 하는 문제들이 대부분이다. 따라서 단기 목적을 위해 모인 임시 조직(Temporal organization)(Ahuja and Carley, 1999; Byrne, 1993; Carley, 2003; DePaula, 2003; Lipnack and Stamps, 1997)의 목적함수 달성을 위한 의사결정의 지원이 요구되며 다중 동적 의사결정시스템이 이를 지원한다. 즉 단기 조직(Temporal organization)의 시간에 의존적인 목적함수 달성을 위한 의사결정을

지원하는 서비스(Temporary configured service) 제공이라는 특성이 있다.

다음 <그림 2>는 유비쿼터스 다중 동적 의사결정지원시스템의 특성을 나타낸다. 다중 의사결정자, 동적 의사결정, 의사결정자들의 관계성, 정보처리 및 기술의 발전을 축으로 하여 개인 의사결정지원시스템, 집단 의사결정지원시스템, 웹의사결정지원시스템 및 다중 동적 의사결정지원시스템의 관계를 표현하였다.



<그림 2> 유비쿼터스 다중 동적 의사결정지원시스템의 특성

위 그림에서와 같이 다중 동적 의사결정지원시스템은 다중 의사결정자를 지원하고, 상황정보의 활용 및 공유가 가능하며, 내장형 에이전트를 갖추고 에이전트들과의 상호 통신을 통한 의사결정이 지원되며, 의사결정자들의 관계의 지속성이 단기적인 특성을 가지고 있다.

## 4. 다중 동적 의사결정지원시스템 포털의 기본 구조

본 장에서는 다중 동적 의사결정지원시스템의



정보처리를 위한 혼합형구조를 제안하고 의사결정을 위한 기본 구성요소 및 의사결정 프로세스를 살펴보고자 한다.

#### 4.1 유비쿼터스 혼합형 포탈 구조

본 연구에서는 유비쿼터스 환경에서 의사결정과정(Decision making processing) 지원을 위한 혼합형 구조(Hybrid portal system)를 설계 제안한다. 제안되는 다중 동적 의사결정지원시스템의 정보처리를 위한 혼합형 구조는 중앙집중형(central structure)과 분산형(distributed structure)으로 이루어진다.

<그림 3>의 혼합형 포탈 구조는 동적 의사결정자의 상호 능동적 내장 에이전트를 통해 정보를 수집하고, 지능적 지식관리를 이용해 정보를 공유 통합하여 의사결정지원시스템을 통한 대안들을 생성하고, 생성된 대안들을 동적 의사결정자들에게 제시함에 따라 의사결정의 효율성을 극대화하는 시스템구조로 이루어진다. 또한 서비스를 원하는 조직의 목적에 따라 응용서비스를 새로이 조합하여 의사결정자에게 제공할 수 있으며, 서비스 이용자들의 상호 능동적으로 대화하고, 통합 동기화된 서비스를 제공한다(Cabri et al., 2001).

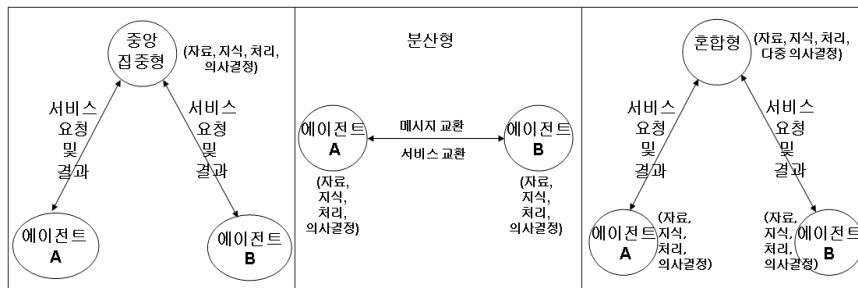
<그림 3>에서와 같이 혼합형 포탈 구조에서 중

앙 집중형 프로세스는 다중의사결정자를 지원하기 위한 공유 가능한 지식 처리 및 통합, 분산 데이터를 공유하기 위한 메타자료 등을 제공하고 분산형 프로세스는 개별 의사결정자의 상황정보수집, 개별 맞춤 의사결정지원, 개별 정보를 소유, 통제 및 처리를 지원한다.

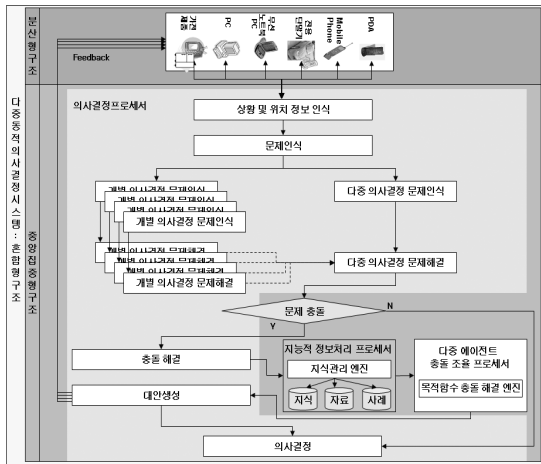
#### 4.2 의사결정시스템 기본 구성 요소

본 연구에서 제안하는 유비쿼터스 의사결정지원시스템의 기본구성은 다음 <그림 4>와 같이 상호 능동적 내장형 에이전트, 다중 에이전트 충돌 조율 프로세서, 지능적인 정보처리 프로세서 및 의사결정지원 프로세서로 구성된다.

상호 능동적 에이전트는 동적 의사결정자들의 유동성을 보장하고 유동 의사결정을 지원하기 위해 상황인식 프로세서와 상호 능동적 에이전트들의 다중 조율 프로세서를 지원한다(권오병 외, 2007; 권오병 외 2007). 지능적인 정보처리 프로세서는 다중 의사결정자들의 정보 공유 및 통합을 지원한다. 공유되고 정제된 정보를 활용해 최선의 다중 의사결정이 가능하다. 의사결정지원 프로세서는 다중 의사결정의 경우 발생하는 제약조건과 문제들간의 충돌을 인지하고 이를 해결하기 위해 의사결정의 과정을 지원한다.



<그림 3> 다중 동적 의사결정을 위한 혼합형 포탈 구조



<그림 4> 다중 동적 의사결정지원시스템 기본 구성요소와 의사결정 프로세스

#### 4.2.1 의사결정 프로세서

상호 능동적 내장 에이전트에 의해 의사결정 문제 및 상황정보를 인식하고 해당 문제를 개별 의사결정 문제와 다중 의사결정 문제로 분류한다. 분류된 문제를 해결하는 과정에서 충돌이 발생하면 이를 해결하기 위해 정보처리 프로세서와 다중 에이전트 충돌 조율 프로세서를 통해 대안을 생성하고 이를 개별 에이전트들에게 제안한다. 제안된 대안이 만족되면 의사결정 프로세서를 종료하고 그렇지 않으면 만족된 해를 생성할 때까지 반복한다.

#### 4.2.2 지능적 정보처리 프로세서

지능적 정보처리 프로세서는 의사결정 문제 해결을 위한 지식, 정보, 자료 및 사례 등을 저장하고 이를 통해 해결 가능한 대안을 제시한다. 지식관리자는 의사결정지원을 위해 의사결정자들간의 지식을 공유하고 메타 데이터 관리 등을 제공한다. 또한 정보나 데이터로부터 의사결정을 위한 규칙과 제약조건들을 추출하거나 생성하는 역할을 한

다. 즉 정보의 규칙과 사실들을 지식화 하여 지식 및 정보 고리의 완성을 돕는다.

#### 4.2.3 다중 에이전트 충돌 조율 프로세서

다중 에이전트 충돌 조율 프로세서는 지능적 정보처리 프로세서로부터 생성된 대안의 의사결정자 개인의 목적함수와 집단의 목적함수 간에 충돌을 확인하고 이를 조율한다. 즉 다중에이전트들의 의사결정을 위한 목적함수들 간의 충돌 해결을 지원한다. 유동 개별 에이전트들 간의 서로 다른 제약조건이 존재하고 에이전트들 간의 목적함수가 서로 다를 수 있으므로 이를 조율하여 대안을 생성하고 의사결정 프로세서에게 보낸다.

#### 4.2.4 유비쿼터스 상호능동적 내장형 에이전트

유비쿼터스 의사결정지원시스템과 상호작용을 통하여 의사결정을 하기를 원하는 다양한 의사결정자의 에이전트가 있다. 특히 의사결정자 에이전트는 각종 지원기기를 포함하는데 PDA, 휴대폰, 노트북 외에도 RFID, 홈네트워크, 자동차 등이 그 예이다. 포탈로 운용되는 u-커머스를 지원하는 각종 지원기기를 관리하는 전자지갑인 E-Wallet와 상황인지 확충자(CAE : Context-Awareness Enhancer)가 있으며, 유커머스의 의사결정자(개인, 기업, 공공조직이 소유한 각종 지원기기, 또는 전용 단말기 등)가 처한 현재 상황의 각종 제약조건과 가능자원을 인지하여 목적함수를 극대화할 수 있는 지원기능을 갖고 있다.

#### 4.3 다중 동적 의사결정지원 프로세스

다중 동적 의사결정지원시스템의 의사결정 프로세스는 다음 <표 2>와 같다.

<표 2> 다중 동적 의사결정지원프로세스

<ul style="list-style-type: none"> <li>• 분산프로세스</li> <li><b>Step 1</b> 다중 의사결정 문제를 인식하고 중앙 프로세스에 의사결정을 요청한다.</li> <li><b>Step 2</b> 중앙프로세스로부터 의사결정 대안을 수용할 것인지 결정한다.</li> <li style="padding-left: 20px;"><b>Step 2.1</b> 의사결정을 수용하면 go Step3</li> <li style="padding-left: 20px;"><b>Step 2.2</b> 의사결정을 중앙 프로세스에 재 요청</li> <li><b>Step 3</b> 의사결정 종료</li> <li>• 중앙프로세스</li> <li><b>Step 1</b> 유비쿼터스 상호능동적 내장형 다중 에이전트의 분산프로세스들로부터의 의사결정을 위한 요청 인식</li> <li><b>Step 2</b> 상황정보 및 위치정보 수집</li> <li><b>Step 3</b> 의사결정문제 인식</li> <li style="padding-left: 20px;"><b>Step 3.1</b> 개별 에이전트들의 각각의 문제인식</li> <li style="padding-left: 20px;"><b>Step 3.2</b> 다중 에이전트들의 집단 문제인식</li> <li><b>Step 4</b> 현재 의사결정문제와 연관된 다중 의사결정자 규정</li> <li><b>Step 5</b> 의사결정 문제 해결</li> <li style="padding-left: 20px;"><b>Step 5.1</b> 개별 의사결정 문제 해결</li> <li style="padding-left: 20px;"><b>Step 5.2</b> 다중 의사결정 문제 해결</li> <li><b>Step 6</b> 목적함수간의 충돌 발생 여부 확인</li> <li style="padding-left: 20px;"><b>Step 6.1</b> 충돌이 없으면 go Step 10</li> <li style="padding-left: 20px;"><b>Step 6.2</b> 충돌이 있으면 go Step 7</li> <li><b>Step 7</b> 충돌 해결</li> <li style="padding-left: 20px;"><b>Step 7.1</b> 지능정보프로세서에 의사결정을 위해 공유 및 통합된 정보 요청 및 가능한 대안 생성을 위한 규칙 및 사례 추출</li> <li style="padding-left: 20px;"><b>Step 7.2</b> 다중 충돌 조율 프로세서를 통해 선택된 대안들을 통해 개별 에이전트 목적함수와 다중 에이전트들의 공동의 목적함수간의 충돌문제 해결</li> <li><b>Step 8</b> 대안 선택 및 우선순위 결정</li> <li><b>Step 9</b> 선택된 의사결정 대안을 분산 에이전트에게 전달하고 Feedback받는다.</li> <li style="padding-left: 20px;"><b>Step 9.1</b> Feedback이 'ok'이면 프로세스를 종료한다.</li> <li style="padding-left: 20px;"><b>Step 9.2</b> Feedback이 의사결정을 재요청하면 프로세스를 반복한다.</li> <li><b>Step 10</b> 의사결정 프로세스 종료</li> </ul>
--

## 5. 비구조적 문제의 의사결정의 특성

다중 동적 의사결정지원시스템을 적용할 수 있는 대표적 비구조적 문제로 유틸리티(u-Fulfillment)의 몇 가지 특징들을 살펴보면 다음과 같다.

첫 번째, 비구조적 문제에서는 의사결정을 위해 해결되어야 할 문제가 시간에 의존하여 단기적으

로 생성된다. 예를 들어 유틸리티에서의 시시각각 발생하는 의사결정문제해결을 위해 임시적으로 판매자, 구매자, 배송차량들로 이루어진 의사결정 집단이 생성되게 된다(Chen et al., 2004). 다중 의사결정자의 각각의 의사결정목적은 효과적인 배송계획, 차량추적 및 상품추적, 효율적인 상품적하와 하역, 전체적인 비용 삭감 등이 될 수 있다. 즉 정해진 시간범위에 이러한 공동의 목적에 동의하는 구성원들은 단기적으로 가상의 조직을 결성할 수 있고 가상의 조직들은 공동의 목적을 위해 시간, 공간 및 기기에 무관하게 정보와 지식 등을 공유할 수 있다.

두 번째, 유틸리티는 매우 비구조적인 문제(highly ill-structured problem)이다. 따라서 시간 및 환경의 변화에 따라 시시각각 동적으로 정보나 자료가 변화한다. 따라서 이러한 상황정보를 즉각적으로 인식하는 것이 필요하다.

세 번째, 유틸리티는 피상적으로 시간 및 환경의 조건에 의해 결합된 문제이다. 즉 의사결정에 참여하는 가상 조직의 구성원들 간의 관계가 매우 약하나 특정시간에 특정 목적을 위해서는 그 결합관계가 매우 크다. 또한 이렇게 연결된 구성원이 매우 다양하다. 예를 들어 쇼핑몰 물품의 배송의 경우 고객, 몰, 제조업자, 창고 등이 연계된다.

네 번째, 유틸리티는 시간에 의존하는 문제이다. 즉 배송과정은 시간적 제약을 갖는다. 주어진 시간 안에 차량은 고객에게 보다 많은 물품을 배송해야 하고 고객은 고객이 원하는 약속시간에 물품을 배송 받기를 원한다.

다섯번째, 유틸리티에서 의사결정에 참여하는 구성원들은 매우 긴급하고 상호능동적인 프로세스를 통한 정보를 원한다. 왜냐하면 유비쿼터스 의사결정지원시스템에 참여하는 참여자들은 움직이면서 의사결정을 해야 하므로 긴급한 의사결정

을 필요로 한다. 따라서 모바일 에이전트들 간의 의사결정을 위해 상호능동적 작용이 필요하다.

여섯 번째, 유폴필먼트는 동기적 의사결정이 요구된다. 즉 임시적 조직 구성에 참여하는 참여자들의 의사결정이 시간과 장소에 제한 없이 동시다발적으로 이루어져야 한다.

본 연구에서는 유폴필먼트와 같이 비구조화된 문제(Highly ill-structured problem)에 다중 동적 의사결정지원시스템(UMD-DSS)을 적용하여 유폴필먼트 환경에서의 UMD-DSS의 유용성을 검증한다.

## 6. 실험

### 6.1 유폴필먼트와 넷로고

다중 동적 의사결정지원시스템의 검증을 위한 응용대상은 유폴필먼트 분야로 했으며, 다중 에이전트 모의실험 환경을 지원하는 NetLogo 4.0.2을 이용하여 모의실험 환경을 구성하여 제한적으로 그 효율성을 검증하였다.

유폴필먼트의 환경은 고객의 만족을 최우선으로 하는 배송체계로서 고객의 요구사항이 시스템에 실시간으로 반영되어야 하며 이에 따라 배송시스템, 판매시스템, 제조시스템 등의 연관시스템의 의사결정에 관여되게 된다. 따라서 고객의 요구사항 발생에 의해 의사결정의 참여자가 필요에 의해 동적으로 구성되며, 의사결정도 실시간으로 이루어지면서 의사결정에 참여하는 의사결정자들의 목적함수와 단기 조직된 집단의 목적함수도 최적으로 만족시킬 수 있어야 한다.

본 실험에서는 실험의 편의상 의사결정 참여자를 고객과 배송차량으로 제한하였으며 각 실험환경에서 고객의 만족도와 배송차량의 배송이익을 비교하는 것으로 하였다.

<표 3> 유폴필먼트에서 의사결정 구성원과 목적함수 등의 예제

개별 의사결정자	고객	배송차량
개인 의사결정 목적	지정 일시 배송	최소 비용 배송
단기조직의 의사결정 구성원	고객, 배송차량	고객, 배송차량
집단 의사결정 목적	물품배송	물품배송
목적함수 충돌 예	지정 일시 배송 불가	비용 추가
개인적 대안	지정 일시 변경	경로 변경

<표 3>에서와 같이 본 실험의 유폴필먼트에서 물품배송을 집단의 의사결정 목적으로 모인 개별 의사결정자는 고객과, 배송차량이다. 각각의 의사결정의 목적은 지정 일시에 배송을 받는다는 것과 최소비용으로 최적 배송을 하는 것을 목표로 한다. 그러나 고객의 요구사항 변경에 의해 배송차량이 배송경로를 변경할 수 있고, 고객도 배송차량간의 요구상충에 의해 대안으로 원하는 일시에 배송서비스를 받지 못할 수 있다.

NetLogo는 객체지향의 다중 에이전트 모의실험 환경 구성이 용이하여 다중 의사결정자들의 설정이 가능하고, GUI(Graphic User Interface) 환경 구축 또한 쉽다. 따라서 본 연구에서 두 가지 유형의 에이전트 고객에이전트와 배송차량 에이전트를 Net-Logo를 이용하여 구축한다.

### 6.2 실험모델

본 실험에서 의사결정을 위한 에이전트는 고객과 배송차량이며 다음과 같이 세 가지 유형으로 구성된다. 각각의 실험에서 고객은 60명, 배송차량은 10대로 설정되었다. 모의실험환경에서 0부터 2까지의 난수 발생에 의해 고객유형 1, 2, 3과 배송차량 1, 2, 3을 설정하였다. 각 실험을 위한 환경과 모델은 다음과 같다.

6.2.1 실험유형 1(무선통신이 지원되지 않는 의사결정지원시스템)

환경1 (무선지원 없음)	고객과 배송차량에게 모바일 서비스와 다중 동적 의사결정지원시스템 포탈을 지원하지 않는다. 즉 물품 배송 중에 있는 고객과 통신이 불가하다.
실험모델 1	배송차량의 배송계획은 배송포탈 서비스에 의해 하루에 한 번씩 이루어진다. 배송계획에 따라 배송차량은 창고로부터 배송물품을 배송한다. 고객이 배송계획을 변경하더라도 고객 방문 후에 바뀐 배송계획을 알 수 있으며, 그 이후에 배송차량은 배송계획을 재 수립할 수 있다.

6.2.2 실험유형 2(단방향 통신 의사결정지원 시스템)

환경2 (모바일 환경)	고객과 배송차량에게 모바일 서비스를 지원한다. 즉 고객이 모바일 서비스를 이용하여 배송계획을 변경 요청할 수 있고 배송차량이 이를 지원한다.
실험모델 2	배송차량은 모바일 서비스를 이용해서 고객의 변화된 요구에 따라 변화된 배송정보를 알 수 있다. 따라서 요구사항이 변경된 고객은 방문하지 않는다. 즉 배송차량이 고객의 배송정보나 창고 정보 변경에 의해 배송계획을 재수립하지는 못하지만 배송정보가 변경된 고객은 방문하지 않는다.

6.2.3 실험유형 3(양방향 통신 의사결정지원 시스템)

환경3 (UMD-DSS 환경)	고객과 배송차량에게 다중 동적 의사결정지원시스템을 지원한다. 즉 고객과 배송차량이 포탈시스템과의 통신을 통해 배송계획을 변경할 수 있다.
실험모델 3	배송차량은 다중 동적 의사결정지원시스템으로부터 배송계획을 받는다. 배송차량은 포탈과 상호능동적인 통신이 가능하고 고객의 변경된 배송요구사항과 창고의 재고 변화 등에 따라 동적으로 배송을 계획한다.

실험은 고객의 만족도와 배송차량의 배송이익을 각각의 유형에 따라 비교하는 것으로 하였으며 그 결과는 다음과 같다.

6.3 실험결과

6.3.1 고객만족도(Customer's Satisfaction)

고객만족도 측정을 위한 각 항목은 다음과 같으며 각각의 가중치는 다음과 같이 난수 발생에 의해 임의적으로 생성된다. 가중치 설정은 실제 데이터를 사용하지 못한 모의 실험의 한계로 볼 수 있다.

$$U_c = \sum_{k=1}^{n} T_k \times w_k$$

$U_c$ : 고객 만족도 함수

$T_k$ : 고객 만족도 측정에 필요한 항목,

( $k = 1, \dots, n, n$ : 측정 항목의 수)

$w_1$ : 개별 고객 관리 만족에 대한 가중치(10, 3)

$w_2$ : 고객주문 요약 만족에 대한가중치(10, 3)

$w_3$ : 배송도착 예측 만족에 대한 가중치(10, 3)

$w_4$ : 배송비용 청구지 만족에 대한 가중치(10, 3)

$w_5$ : 고객서비스에 만족에 대한 가중치(10, 3)

$w_6$ : 고객 개인화된 서비스 만족에 대한 가중치 (10, 3)

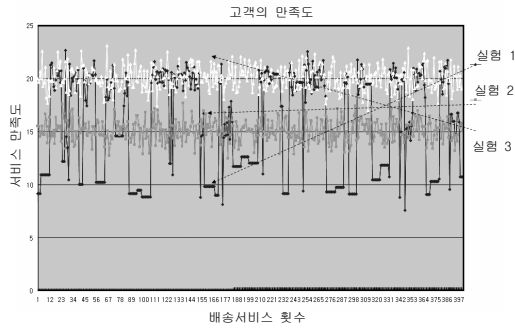
$w_7$ : 고객 주문 정보관리 만족에 대한 가중치(10, 3)

$w_8$ : 반품처리 만족에 대한 가중치(10, 3)

$w_9$ : 배송 추적 만족에 대한 가중치(10, 3)

고객만족도측정 실험 횟수는 위 세 가지 실험모델에 대하여 각각 401번씩 적용되었고 다음과 같은 결과를 가진다.

실험에서 실험 1은 배송 반경을 15단위로 하였으며, 실험 2에서는 통신 가능한 범위를 반경 20단위로, 실험 3에서 25단위로 차등을 두었다. <그림 5>에서와 같이 실험모델 3이 고객의 만족도가 가장 큰 것으로 확인된다. 또한 각 실험에서 고객만족도 평균 값을 비교하면 다음 <표 4>와 같다. 실험 3의 고객만족도 평균 값이 실험 1과 실험 2에



<그림 5> 고객의 배송서비스 만족도 실험결과

비해 우수한 것으로 확인된다. 실험 1과 실험 2의 고객만족도 평균 값은 유사하나 실험 1의 표준편차가 실험 2의 값보다 큰 것으로 확인된다.

<표 4> 고객의 고객만족도 평균 값 비교

	실험횟수	고객만족도 평균
실험 1	401	15.52
실험 2	401	15.00
실험 3	401	19.99

<표 5> 고객의 만족도에 대한 분산분석

Source of variation	Sum of Squares	D.F.	Mean Square	F	P-value
Between Samples	6237.18	2	3118.59	377.44	0.0001
Within Samples	9915.06	1200	8.26		
Total	16152.25	1202			

따라서 <표 5>에서의 분석 분석에 의하면 3가지 실험모델간의 고객만족도에 대해 차이가 유의함( $p\text{-value} : 0.0001$ )을 확인할 수 있다. 즉 본 실험을 통해서 의사결정자인 고객과 배송차량의 유동성을 보장하고 이에 따른 유동적인 의사결정이

고려될 때 고객의 서비스 만족도가 증가함을 확인할 수 있다.

### 6.3.2 배송차량의 이익(Profit of Vehicles)

각 가중치는 다음과 같이 난수 발생에 의해 임의적으로 생성된다.

$$P_v = \text{배송차량이익} * w_1 - \text{차량배송비용} * w_2 - \text{차량 배송계획 변경에 따른 비용} * w_3$$

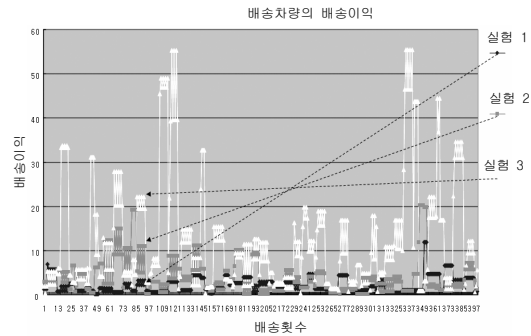
$P_v$  : 배송차량의 이익함수

$w_1$  : 배송이익에 대한 가중치(10, 3)

$w_2$  : 배송비용에 대한 가중치(10, 3)

$w_3$  : 배송계획 변경비용에 대한 가중치(5, 1)

배송차량의 이익 확인을 위한 실험 횟수는 각각 세가지 실험모델에 대하여 401번씩 적용되었고 다음 <표 6>, <표 7> 및 <그림 6>과 같은 결과를 가진다.



<그림 6> 배송차량의 배송이익 실험결과

<표 6>은 각 실험에서 배송이익 평균 값을 비교한 것으로 실험 3에서의 이익의 평균 값이 실험 1 및 실험 2에 비해 <그림 6>에서 보는 바와 같이 큰 것으로 확인된다.

<표 6> 배송차량의 배송이익 평균 값 비교

	실험횟수	배송이익 평균
실험 1	401	2.15
실험 2	401	4.10
실험 3	401	12.55

<그림 6>에서와 같이 실험모델 3에서 배송차량의 이익이 가장 큰 것으로 확인된다.

<표 7> 배송차량의 이익에 대한 분산분석

Source of variation	Sum of Squares	D.F.	Mean Square	F	P-value
Between Samples	91095.45	2	45547.73	732.75	0.0001
Within Samples	74592.13	1200	62.16		
Total	165687.58	1202			

따라서 <표 7>의 분산분석결과에 의하면 *p-value* 0.0001에 의해 세 가지 실험모델들간의 배송차량 이익에 차이가 유의함을 확인할 수 있다. 고객 만족도 실험에서와 같이 유동적인 의사결정이 가능한 환경에서 배송차량의 이익이 증가함을 확인할 수 있다.

## 7. 결론 및 향후 과제

본 연구에서 제시된 유비쿼터스 환경에서의 다중 동적 의사결정지원시스템은 유동적인 의사결정자들이 매우 비구조적인 문제에 다중 의사결정을 시간과 공간에 제약없이 의사결정이 가능하도록 하는 것을 지원한다.

본 시스템은 이러한 의사결정을 지원하기 위해 의사결정 프로세서, 지능적 정보처리 프로세서 및 다중 에이전트 충돌 조율 프로세서로 구성되었으

며 개별의사결정자의 에이전트 지원을 위한 분산형 시스템과 집단의사결정의 에이전트 지원을 위한 중앙형 시스템이 혼합된 혼합형 시스템 구조를 이루고 있다.

제안된 시스템은 비구조적인 문제인 유품필먼트에 적용되었으며 모의실험을 통해 기존의 모바일 서비스기반 배송 지원시스템보다 다중 동적 의사결정 지원시스템이 고객만족도와 배송차량의 이익에 있어 다른 비교 시스템들에 비해 우수함을 증명하였다.

본 연구는 다중 의사결정자가 다중 목적함수를 가진 시간에 의존적인 동적인 문제 해결을 원하는 비구조적인 문제 해결을 위한 유비쿼터스 환경에서의 의사결정지원시스템을 제안했다. 모의실험이라는 제약적 환경에서 제안된 시스템의 우수성을 제한적으로 검증하였으나 앞으로의 연구에서 실질적 실험환경에 기반한 검증실험이 요구된다.

## 참고문헌

- 권오병, “웹서비스 방식을 기반으로 한 동적 개방형 의사결정지원시스템”, *경영정보학연구*, 13권 2호(2003), 145~170.
- 권오병, 김태경, 김충련 “무선 기술의 사용이 분산 집단의사결정에 미치는 영향 연구”, *경영정보학연구*, 12권 2호(2002), 160~177.
- 권오병, 유기동, 서의호, “Applying Ubiquitous Computing Technology to Proactive and Personalized Decision Support System”, *대한산업공학회/한국경영과학회 2004 춘계공동 학술대회*, 2004.
- 권오병, 유기동, 서의호, “유비쿼터스 컴퓨팅 기술을 적용한 차세대형 의사결정지원시스템”, *경영정보학연구*, 15권 2호(2005), 195~219.
- 권오병, 이남연, “장비협업도를 활용한 상황인식

- 시스템에 대한 구조적 평가 방법론”, *한국지능정보시스템학회지*, 13권 2호(2007), 27~41.
- 권오병, 이주철, 유기동, “유비쿼터스 의사결정지원시스템 : 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서의 차세대 애플리케이션이 될 수 있는가?”, *HCI 학회*, 2004.
- 권오병, 최석재, 박태환, “모바일/유비쿼터스 1 : 상황인식 시스템을 기반으로 한 예의바른 에이전트와 사용자 인터페이스”, *한국경영정보학회 춘계학술대회*, 2007.
- 이건창, 권오병, “인터넷 환경하에서 의사결정지원시스템의 미래방향”, *한국경영학회*, 1996.
- 이현정, 이건창, 손미매, “유비쿼터스 다중 의사결정지원을 위한 지능형 온톨로지 통합 및 다중 에이전트 관리 시스템 : u-Fulfillment 도메인 중심”, *지능정보연구*, 14권 1호(2008), 47~66.
- Ahuja, M., K. Carley, “Network Structure in Virtual Organizations”, *Journal of Com*, Vol.3, No.4(1999).
- Banavar, G., A. Bernstein, “Mobile-Agent Coordination Models for Internet Applications”, *IEEE Computer*, (2000), 82~89.
- BenMousssa, C., “Workers on the Move : New Opportunities through Mobile Commerce”, *The Stockholm Mobility Roundtable*, 2003.
- Borriello, G., M. Chalmers, A. LaMarca, P. Nixon, “Delivering Real-World Ubiquitous Location Systems”, *Communication of the ACM*, Vol.48, No.3(2005).
- Bui, T., J. Lee, “An agent-based framework for building decision support systems”, *Decision Support Systems*, Vol.25(1999), 225~237.
- Byrne, J. A., “The virtual corporation”, *Business Week*, (1993), 3304.
- Cabri, G., L. Leonardi, and F. Zambonelli, “Engineering Mobile-agent Applications via Context-dependent Coordination”, *IEEE Transactions on Software Engineering*, Vol.28, No.11(2002), 1039~1055.
- Carley, K. M., “Dynamic Network Analysis”, *NRC workshop on Social Network Modeling and Analysis*, 2003.
- Chen, S. C., C. R. Dow, T. K. Yang, J. Y. Bai, and C. M. Lin, “An Instant Messaging-based Multi-agent Coordination System”, *IEEE 2004*, (2004), 456~461.
- DePaula, R., “A New Era in Human Computer Interaction : The Challenges of Technology as a Social Proxy”, *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, Vol.7, No.2(2003).
- Fagrell, H., F. Ljungberg and S. Kristoffersen, “Exploring support for knowledge management in mobile work”, *Proceedings of the the 5th European Conference on Computer Supported Cooperative Work*, 1999.
- Galanxhi-Tanaqi H., F. F. Nah, “U-Commerce : emerging trends and research issues”, *Industrial Management and Data Systemsm*, Vol.104, No.9(2004).
- Gellersen, H., “Smat-Its : Computers for artifacts in the physical world”, *Communication of the ACM*, Vol.48, No.3(2005).
- Gershman, A., “Ubiquitous Commerce - Always On, Always Aware, Always Pro-active”, *IEEE International Symposium on Applications and the Internet (SAINT 2002)*, 2002.
- Gershman, A., A. Fano, “Examples of Commercial Applications of Ubiquitous Computing”, *Communication of the ACM*, Vol.48, No.3(2005).
- Gorden, B. D., “Anytime/Anyplace Computing and the future of knowledge work”, *Communication of the ACM*, Vol.45, No.12(2002).



- Grudin J., "Group dynamics and ubiquitous computing", *Communication of the ACM*, Vol. 5, No.12(2002).
- Hayes-Roth, B., "A Blackboard Architecture for Control", *Artificial Intelligence*, Vol.26(1985), 251~321
- Hess, C. K., R. H. Campbell, "A Context-Aware Data Management System for Ubiquitous Computing Applications", *Proceedings of the 23<sup>rd</sup> International Conference on Distributed Systems (ICDCS 2003)*, 2003.
- Iwao, T., S. Amamiya, G. Zhong, M. Amamiya, "Ubiquitous Computing with Service Adaptation using Peer-to-peer Communication Framework", *Proceedings of the ninth IEEE Workshop on Future Trends of Distributed Computing Systems (FTDCS 2003)*, 2003.
- Karsten, E. and K. Lyytinen, "Balancing flexibility and coherence : Information exchange in a paper machinery project", *Proceedings of the IFIP Working Group 8.2 Working Conference New Information Technologies in Organizational Processes : Field Studies and Theoretical Reflections on the Future of Work*, St. Louis, 1999.
- Keen P. G. W., R. Mackintosh, "The freedom Economy", *Osborne/McGraw-Hill*, 2001.
- Kwon, O., K. Yoo, E. Suh., "UbiDSS : a proactive intelligent decision support system as an expert system deploying ubiquitous computing technologies", *Expert Systems with Applications*, Vol.28(2005), 149~161.
- Lee, K. C., W. Mansfield, A. Sheth, "A Framework for Controlling Cooperative Agents", *IEEE Computer*, (1993), 8~16.
- Leonard, M. J., D. Robey, "The Relevance of Social Issues", *Communication of the ACM*, Vol.45 No.12(2002).
- Lipnack, J., J. Stamps, "Virtual Teams : Researching Across Space, Time, and Organizations with Technology", *John Wiley and Sons, New York*, 1997.
- Lyytinen, K., Y. Yoo, "Research Commentary : The Next Wave of Nomadic Computing", *Information Systems Research*, Vol. 13, No.4(2002), 377~388.
- Moreland, R. L., L. Argote and R. Krishnan, "Socially shared cognition at work : Transactional memory and group performance", In *What's Social about Social Cognition? Research on Socially Shared Cognition in Small Groups*, J. Nye and A. Brower (Ed.), Sage, Thousand Oaks, CA, 1996.
- Reynolds, J., "Logistics and Fulfillment for e-business-A practical guide to mastering back office functions for online commerce", *CMP Books, New York*, 2001.
- Rogers, Y., S. Price, C. Randell, D. S. Fraser, M. Weal, G. Fitzpatrick, "Ubi-Learning Integrators Indoor and Outdoor Experiences", *Communication of the ACM*, Vol.48, No.3(2005).
- Shim, J. P., M. Warkentin, J. F. Courtney, D. J. Power, R. Sharda, C. Carlsson, "Past, present, and future of decision support technology", *Decision Support Systems*, Vol. 33(2002), 111~126.
- Siewiorek, D. P., "New Frontiers of Application Design", *Communication of the ACM*, Vol. 45, No.12(2002).
- Sikora, R., M. J. Show, "A Multi-Agent Framework for the Coordination and Integration of Information Systems", *Management Science*, Vol.44, No.11(1998).
- Spreitzer, M., M. Theimer, "Providing Location Information in a Ubiquitous Computing Environment", *Proceedings of the fourteenth*

- ACM symposium on Operating systems principles*, (1993), 270~283.
- Strader, T. J., F. R. Lin, M. J. Shaw, "Information infrastructure for electronic virtual organization management", *Decision Support Systems*, Vol.23(1998), 75~94.
- Wegner, D. M., "Transactive memory : A contemporary analysis of the group mind", In *Theories of Group Behavior*, B. Mullen and G. R. Goethals (Ed.), Springer-Verlag, New York, (1987), 185~208.
- Weiser, M., "Some Computer Science Issues in Ubiquitous Computing", *Communication of ACM*, Vol.36, No.7(1993), 74~83.

Abstract

## Multi-dynamic Decision Support System for Multi Decision Problems for Highly Ill-structured Problem in Ubiquitous Computing

Hyun Jung Lee\* · Kun Chang Lee\*\*

Ubiquitous computing requires timely supply of contextual information in order to upgrade decision quality. In this sense, this study is aimed at proposing a multi-dynamic decision support system for highly ill-structured problems. Especially, it is very important for decision makers in the ubiquitous computing to coordinate conflicts among local goals and global goal harmoniously. The proposed Multi-Dynamic Decision Support System (MDDSS) is basically composed of both central structure and distributed structure, in which central structure supports multi objects decision making and distributed structure supports individual decision making. Its hybrid architecture consists of decision processor, multi-agent controller and intelligent knowledge management processor. Decision processor provides decision support using contexts which come from individual agents. Multi-agent controller coordinates tension among multi agents to resolve conflicts among them. Meanwhile, intelligent knowledge management processor manages knowledge to support decision making such as rules, knowledge, cases and so on. To prove the validity of the proposed MDDSS, we applied it to an u-fulfillment problem system in which many kinds of decision makers exist trying to satisfy their own objectives, and timely adjustment of action strategy is required. Therefore, the u-fulfillment problem is a highly ill-structured problem. We proved its effectiveness with the aid of multi-agent simulation comprising 60 customers and 10 vehicles under three experimental modes.

**Key Words :** Ubiquitous computing, Multi-Dynamic Decision Support System, Multi-agent simulation, Ill-structured Problem

---

\* Korea University Business School

\*\* School of Business Administration Sungkyunkwan University

## 저자 소개



**이현정**

이화여자대학교 물리학사 및 전자계산학과 석사를 받았으며, 한국과학기술원(KAIST) 테크노경영대학원 경영공학 박사학위를 취득하였다. 주요 연구분야는 지능정보시스템, 의사결정지원시스템, 유비쿼터스 컴퓨팅 및 시멘틱 웹 서비스 등이다.



**이건창**

성균관대학교 경영학사, 한국과학기술원(KAIST) 경영과학과 석사 및 박사(전공 : 경영정보시스템)를 취득하고 현재 성균관대학교 경영학부 교수로 재직 중이다. 주요 연구분야는 전자상거래, 다중에이전트, 상황인지 및 모델링, 인공지능 등이다.