

정보기술응용연구  
제2권 제1·2호  
2000년 6월

## 그룹 과업의 인지적 분석 방안

민 대 환\*\*, 정 윤 형\*\*\*, 김 복 렬\*\*\*

### 요 약

.....

본 논문은 작업그룹이 과업을 수행하는 인지적 과정을 분석하는 방안을 제안한다. 먼저, 그룹의 인지현상을 연구하는 분산인지이론을 검토하고, 기존의 개인 과업 분석 방법론중의 하나인 GOMS를 확장하여 그룹에 적용할 수 있는 분산형 GOMS 방법론을 제안한다. 제안한 분산형 GOMS 방법론을 따르면 각 구성원의 업무 수행 시간, 의사소통 시간, 최대 인지 부하등을 기초로 작업그룹의 업무 수행시간과 인지 부하의 균형을 계산하여 그룹의 과업에 대해 분석할 수 있다. 분산형 GOMS 방법론은 정보시스템을 활용하여 업무를 수행하는 작업그룹의 인지적 과정을 분석하는데 적용할 수 있다.

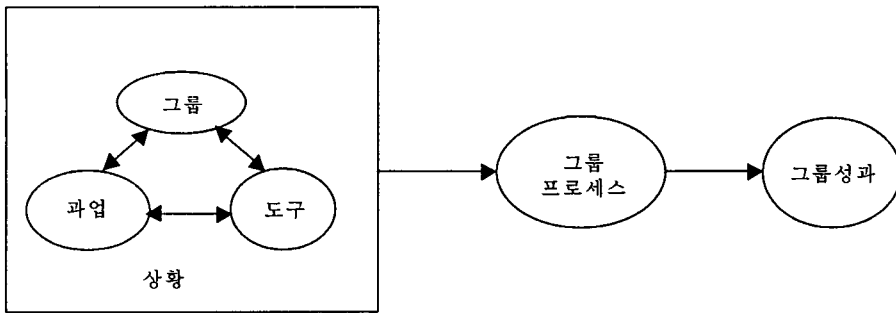
.....

\* 본 연구는 한국 원자력안전기술원의 연구비 지원에 의해 수행되었음  
\*\* 고려대학교 경영정보학과  
\*\*\* 한국 원자력 안전 기술원

## 1. 서론

급변하는 경영환경에 대응하여 선진 기업들은 종래의 개인 중심의 계층형 조직에서 그룹 중심의 네트워크 조직으로 조직 구조를 변형시키고 있으며, 정보기술은 이러한 조직 변화를 가능하게 하는 핵심적인 역할을 담당하고 있다. 일반적으로 복잡하고 개인의 지식이나 경험으로는 감당할 수 없어서 여러 사람이 관여해야 하거나 너무 오랜 시간을 요하는 과업들은 그룹이 수행하게 된다. 예를 들면, 위원회, task force, 신상품 개발팀 등 여러가지 유형의 그룹들을 형성하여 참가하는 여러 사람의 광범위한 영역을 포괄하는 상호 보완적인 전문 지식, 기술과 경험을 모아 주어진 문제를 해결하고자 하는 것이다. 다시 말하여, 그룹이란 공동의 목적을 달성하기 위해 추진방법을 공유하는 다양한 지식과 기술을 가진 소수 사람의 집단으로 정의할 수 있다.

우선, 그룹의 성과에 영향을 미치는 요인들을 고려한 그룹성과모형을 살펴본다 [6]. [그림-1] 참조.



[그림-1] 그룹 성과 모형

그룹성과에 영향을 미치는 요인들에는 그룹 특성, 과업 특성, 도구 특성, 상황 특성, 그룹 프로세스 특성들이 있다. 그룹의 특성으로는 구성원의 개별적 특성, 구성원의 유동성, 그룹 규모, 구성원의 지리적 인접성, 그룹의 존속 기간, 공식/비공식 여부, 응집력 등을 들 수 있다. 그룹의 특성에 따라 다양한 유형의 그룹이 존재하는데[10], 예를 들면 작업 그룹은 특정 산출물을 정기적으로 계속하여 만들어내는 그룹이며 (예: 원자력 발전소의 주 제어실 운전반); 프로젝트 그룹은 특정 산출물 하나를 만들기 위해 형성되는 그룹이며(예: 신제품 XX 개발 팀); 병렬

그룹은 조직구조를 그대로 유지하면서 특정 쟁점을 다루기 위해 형성되는 그룹이며(예: 정보화 추진위원회); 임시 그룹은 동일한 관심을 가져 비공식적으로 형성되는 그룹이다.

과업의 특성으로는 과업의 유형, 합리화 정도, 복잡도 등을, 도구의 특성으로는 도구의 활용 여부, 활용 도구의 유형 등을, 상황적 특성으로는 보상 체계, 조직 문화등을, 그룹 프로세스의 특성으로는 프로세스 구조화 정도, 리더의 참석 여부, 익명성 여부, 모임의 빈도, 참여 동등성 정도, 갈등 수준 등을 들 수 있다. 그룹의 성과에 대한 평가는 그룹이 형성된 목적을 달성하였는지를 결과물의 질적 수준으로 측정하는 효과성 평가와, 소요 시간이나 대안의 개수 등과 같은 객관적 척도에 의한 효율성 평가와, 구성원의 과정 및 결과에 대한 만족도, 구성원의 의견에 대한 일치 수준, 산출물에 대한 구성원의 확신 정도, 경영진의 주관적 판단 등과 같은 주관적 평가에 의해 이루어 질 수 있다.

이와 같이 그룹의 성과에 영향을 미치는 요인들은 매우 다양하여 그룹 성과를 높이려는 많은 연구들이 존재하지만, 그룹이 도구를 사용하여 과업을 수행하면서 이루어지는 인지적 현상을 대상으로 하는 연구는 그리 많지 않다. 인간의 도구 사용과 관련된 인지적 현상을 대상으로 하는 연구들은 대부분 문서 작성기(word processor)와 같은 소프트웨어의 사용에 관련된 인지 과정에 관하여 이루어졌다. 이에 비해 매우 복잡한 도구인 기술 시스템을 다루는 인간(예: 원자력 발전소의 주 제어실 운전원, 비행기의 조종사)의 인지과정을 분석한 연구들은 그리 많지 않으며, 그나마 기존 연구들은 개인의 인지모형을 기반으로 개인적인 수준에서 인지과정을 분석하고 평가하였다. 하지만, 현실적으로 그룹의 협동에 의해 과업을 수행하는 경우에는 업무의 할당과 개인간 의견 교환 측면을 고려해야 한다. 따라서, 개인의 인지과정을 포함한 그룹의 인지과정을 대상으로 과업을 분석하는 모형을 개발할 필요가 있다.

본 논문에서는 작업그룹이 과업을 수행하는 인지적 과정을 분석하는 방안을 제안하고자 한다. 먼저, 분산인지이론(distributed cognition)을 검토하고, 개인의 과업 분석 방법론중의 하나인 GOMS(Goals, Operators, Methods, and Selection Rules)를 확장하여 그룹에 적용할 수 있는 분산형 GOMS 방법론을 제시한다.

## 2. 분산 인지이론

전통적으로 인지심리학과 인지과학은 개인의 인지현상을 다루었다. 그 배경은 사람의 인지과정을 고려하지 않은 행동 과학자들의 연구 결과에 대한 불만에서 시작되었다. 따라서 연구의 초점이 기억 용량, 주의 기전(attentional mechanism),

문제 해결 과정, 정보 처리 구조 등 개인 두뇌의 내부에서 진행되는 인지현상에 주어졌다. 이 연구들은 인간이 어떻게 정보를 표현하고 처리하는지에 관하여 이론적으로나 실증적으로 많은 업적을 쌓았다. 하지만 개인의 인지에 관한 대부분의 연구는 현실과는 분리되어 실험실의 제한된 환경에서 이루어졌으며 실무에 활용하기도 어려운 실정이었다.

이런 불만에 대한 대응 방안으로 최근 학자들은 실무 현장에서의 인지 현상을 다루기 위해 그룹의 인지와 그룹의 업무 성과에 대한 연구를 시작하였다. 동시에 인간과 기술시스템을 포함한 인공물(artifacts)과의 연계에 대한 연구도 개인이 하나의 기술 시스템(기계나 컴퓨터)을 다루는 경우에 대한 연구에서 점차 그룹이 여러 기술 시스템을 다루는 경우에 대한 연구로 진행하고 있다. 이들 연구는 사회 기술적(socio-technical) 관점에서 인지를 다루고 현장에서 그룹이 수행하는 협동 업무를 연구 대상으로 하고 있으며 분산인지 (Distributed Cognition)라 불린다.

분산인지 분야는 아직 초기단계에 있으므로 이론적 체계가 확립되어 있지 않으며 학자마다 다른 현장에서 분산인지 현상을 연구하고 있는 상황이다. 군함의 조타실 및 비행기 조종실 현장에서의 연구가 이루어졌는데 한 가지 공통점은 앞에서 지적한 대로 인간의 지식은 사회적 환경과 기술적 환경에서 분리되어 있지 않다는 점이다.

분산의 사전적 의미는 여러 사람이나 장소에 흩어져 있는 것을 의미하며, 공유(sharing)와 지식의 재배치(reallocation of knowledge)라는 의미도 갖는다. 그런데, 인지가 분산되어 있다면 어디에 어떻게 분산되어 있는 지가 쟁점이 된다. 대부분의 현실 상황에서 인지는 개인의 두뇌 내에서만 분산되어 있는 것이 아니라 인간과 인공물간에, 인간간에, 시간 간격을 두고 분산되어 있다[5].

인지는 한 인간의 내부에서 분산되어 있어서 두뇌의 여러 부분은 서로 다른 인지적 기능을 수행하거나, 두뇌와 신체가 동시에 정보를 처리하기도 한다. 예를 들면, 두뇌의 특정 부분이 손상된 환자는 특정한 사람만을 알아보지 못하기도 하며, 특정한 기간동안의 경험만을 기억하지 못하기도 한다. 다른 예로 능숙한 타자수는 시각을 통해 문자를 읽으면서 자판기의 키를 두드리는데, 이 경우에는 시각과 반응이 병행적으로 이루어진다.

인지는 또한 인간과 인공물간에 분산되어 있다. 인공물로서의 기술 시스템이 자체내에 지능을 갖고 있는지에 대해서는 논란의 여지가 많지만, 기술 시스템을 만든 설계자의 지능을 구현시킨 형태로 지식을 간직하고 있다는 점에는 모두 수긍한다. 이러한 지식은 시스템을 구성하는 인간과 환경은 물론 매개 도구인 기술적 인공물에 다양한 형태로 분산되어 존재하며, 특히 기술적 인공물에 간직된 지식은 전체 시스템을 운영하는 인간의 인지 과정에서 중요한 역할을 한다. 즉, 인

간은 도구를 사용하는 과정에서 머리속의 지식(knowledge in the head)뿐만 아니라 세상속의 지식(knowledge in the world)도 활용하게 된다. 즉, 세상속의 지식과 머리속의 지식을 결합하여 특정 업무를 수행하게 된다. 세상속의 지식을 많이 활용할 수 있으면 특정 업무를 수행하기 위해 필요한 머리속의 지식의 양은 줄어들게 되므로 인간은 보다 적은 인지적 노력을 들여 업무를 수행할 수 있게 된다 [12].

인지가 인간들간에도 분산되어 있다는 것은 개인이 인지 능력을 갖는다면 당연한 결과이다. 인간의 활동은 소속된 조직의 업무 분담이나 규범 등에 의해 영향을 받는데, 이는 그룹의 협동적 활동에 있어서 매우 중요하다. 그룹 활동에 대해서는 개인이나 기술 시스템 자체에만 관심을 두어서는 안되며 도구를 조절하고 활용하는 인간들간의 상호작용을 고려해야 한다. 아울러, 특정 기술 시스템이 어떤 사회적 조직을 필요로 하는지 검토하여 사회적 상호작용이 업무 요건이나 기술시스템과 조화를 이룰 수 있도록 구성되어야 한다.

인지는 시간적으로도 분산되어 있는데 역사적, 문화적 관점에서 바라보면 알 수 있다. 한 개인이 태어나면서 부모로부터 유전적으로 상속받은 지능과 자라면서 발달 과정에서 축적된 많은 경험과 지식은 시간적으로 분산되어 있다. 사회적으로도 한 세대의 지식은 제도에 반영되어 있어서 다음 세대와 지식을 공유하기도 하고, 신세대는 구 세대가 전혀 보유하지 않았던 새로운 지식을 창출하기도 한다.

이와 같이 인지는 개인적으로, 기술적으로, 사회적으로, 시간적으로 분산되어 있는데, 그 중에서 분산인지의 주 관심사는 사회적 분산에 대처하기 위한 의사소통(communication)과 기술적 인공물에의 분산을 다루는 인간-기계 연계(interface)이다. 의사소통은 인간 상호간의 정보 교환을 의미하며 연계는 인간과 인공물간의 정보 교환을 의미한다. 본 논문에서는 사회적 분산에 중점을 두어 그룹의 과업을 분석하는 방안을 도출하고자 한다.

여러 유형의 그룹 또는 사회적 조직은 개인들의 노력을 합하여 개인이 단독적으로는 만들어낼 수 없는 결과를 산출하게 된다. 현대인의 생활에서 그룹에 의한 산출물은 어디에나 존재하는데 잘 의식하지 못하고 있을 뿐이다. 실제로 우리 주위에 있는 많은 물품들이 조직화된 그룹에 속하여 일하는 개인들의 협동적 노력에 의해 만들어져 현재의 위치에 놓여져 있는 것이다.

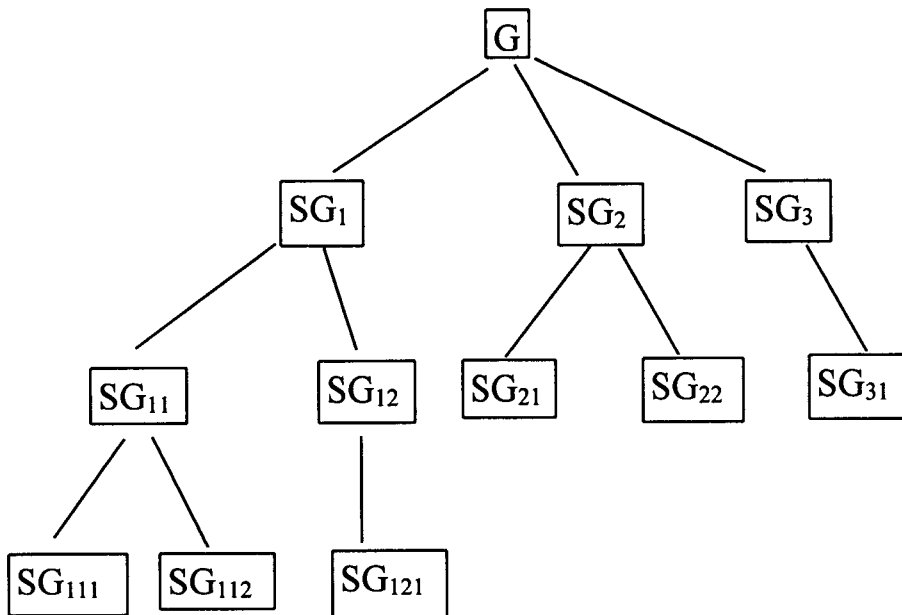
육체적 노동이거나 정신적 노동이거나 모든 그룹 활동은 구성원의 활동을 조정하기 위해 분산된 인지를 필요로 한다. 두 사람이 책상을 들어 옮기는 단순한 형태의 육체 노동조차도 두 사람이 동시에 힘을 주어 책상을 들려면 타이밍을 맞추는 인지 활동이 필요하게 된다. 정신적 노동인 경우에는 조화를 이루기 위해 두가지 유형의 인지적 노력이 분산된다. 즉, 업무 자체에 참여야 하는 인지적 노

력과 업무 요소들 간에 조정하기 위해 들여야 하는 인지적 노력으로 구분되는데, 이 경우 업무를 수행하는 그룹은 구성원 개인의 인지적 특성과는 다른 그룹 고유의 인지적 특성을 갖게 된다.

그룹의 인지적 특성은 개인의 인지적 능력을 어떻게 사회적으로 조직화하는지에 따라 여러 가지로 달라질 수 있다. Roberts[13]는 문화적 그룹으로서 인디안 원주민 종족들이 정보를 기억시키고 검색하는데 있어 효율성이 다른 점을 발견하고, 그 이유로 그룹의 규모, 그룹에 속한 개인간의 연계 유형, 시간 흐름에 따른 상호작용의 유형, 지식의 분산을 들고 있다. 어느 두 그룹의 인지적 성과의 차이는 그룹에 속한 개인의 인지적 특성의 차이보다는 분산 인지의 사회적 구성의 차이 때문에 발생한다. 다시 말하면, 그룹의 성과는 구성원 개인의 특성에 의해서 물론 영향을 받지만 그룹의 여러 가지 특성에 의해서 큰 영향을 받는다.

본 장에서는 사회적 분산 인지와 관련하여 (1) 업무 구조와 업무 분장, (2) 업무간 조정(coordination)과 지식의 분산, (3) 구성원간 의사소통에 관하여 살펴본다[7].

## 2.1 업무 구조와 업무 분장



[그림-2] 업무 구조도

[그림-2]에 나타난 업무 구조도는 최상위 수준의 과업을 몇 단계의 하위 업무들로 분해하여 보여주고 있다. 여기에서 최상위 과업은 한 개인이 모두 수행하여 달성하기에는 인지적 용량을 훨씬 초과한다고 가정하자. 그럼에도 불구하고 한 개인에게 이 과업이 주어진다면 목표를 달성하기 어려울 뿐 아니라 많은 오류를 발생시키게 된다.

이 과업이 그룹에게 주어지면, 최상위 과업과 하위 업무들을 수행할 책임을 구성원에게 나누어주어 최상위 과업을 완수하기 전에는 업무가 중단되지 않도록 해야 한다. 그런데, 분할된 업무들의 독립성 여부에 따라 구성원들에게 업무를 분장할 때 고려해야 할 사항이 달라진다.

먼저 모든 하위 업무들이 서로 독립적이라고 가정한다. 예를 들어, 하위 업무 SG<sub>111</sub>과 SG<sub>112</sub>는 선후관계가 없고 연관성도 없어서 두 사람이 따로 수행해도 아무런 문제가 없다는 것이다. 그러면, 구성원에게 부여되는 업무로 인한 인지적 부하(mental workload)가 균형을 이루도록 하위 업무를 구성원에게 나누어주는 것이 바람직하다. 각 구성원에게 하위 업무를 할당한 후 독자적으로 수행하도록 하면 된다.

이제 하위업무들이 독립적이 아닌 경우, 즉 순서적인 제약조건을 갖고 서로 관련성이 있는 경우를 살펴본다. 이 경우에는 업무절차를 구성하는 활동들의 선후 관계가 그룹 구성원에게 업무를 할당하는 방법을 제한하게 되고, 수행되는 활동들 간에 조정을 필요로 한다. 예를 들어, 하위 업무 SG<sub>111</sub>과 SG<sub>112</sub>는 한 사람이 순서대로 수행하는 것이 업무간 조정을 최소화할 수 있어서 바람직하다. 업무 분장시 연계되는 업무가 중단되지 않도록 구성원간 사회적 구조, 업무간 의존성과 구성원에게 부과되는 인지 부하를 모두 고려해야 한다.

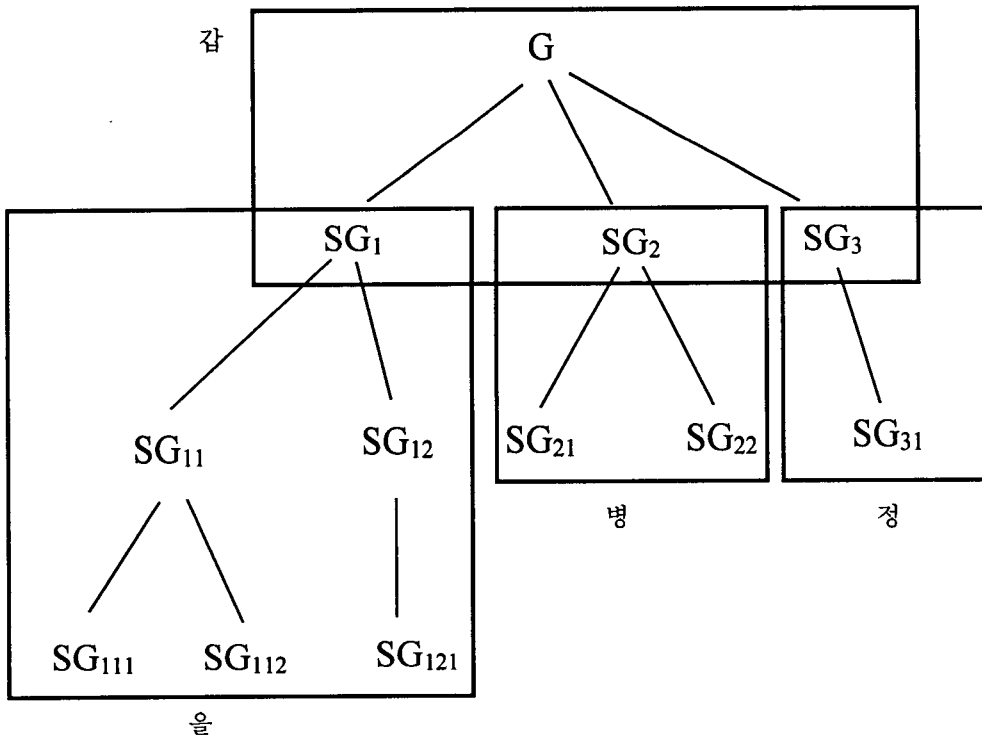
각 구성원에게는 업무 구조의 일부분에만 책임을 지워 개인의 인지 용량을 초과하지 않도록 업무를 할당해야 한다. 바꾸어 말하면, 인지 부담을 분산시켜 각 구성원의 인지 부하를 감소시켜야 한다. 이러한 업무 할당은 구성원간의 사회적 관계에 기반을 두고 이루어진다. 즉, 부과된 과업이 여러 계층의 업무구조를 갖는 경우에는 사회적 구조에 의해 인지를 분산시켜 과업을 수행하게 된다. 사회적 구조와 정보처리의 상호적합성은 시스템의 중요한 특성이다. 가상적으로 상급자가 하급자에게 정보를 제공하고 하급자는 정보를 통합하여 의사결정을 내린다면, 이 경우에는 사회적 구조와 정보 처리가 서로 잘 맞지 않는다. 일반적으로 의사결정을 돕기위해 정보를 수집하여 제공하는 것은 하급자의 역할이고 정보를 통합하여 결정을 내리는 것은 상급자의 역할이다.

업무를 구성하는 정보처리 절차와 사회적 구조가 주어졌을 때 정보처리를 어떻게 사회적 구조에 분산시키는지에 따라 성과가 좋아질 수도 있고 나빠질 수도 있다. 업무의 분산이 좋고 나쁨은 분할된 정보처리간에 주고 받아야 할 정보의

양과 정보처리를 담당하는 구성원간에 의사소통을 할 수 있는 매체의 용량의 관계에 따라 정해진다. 정보처리가 구성원간에 분산되면 정보처리의 의존성은 바로 사회적 의존성과 일치하므로 좋은 사회적 관계를 형성하고 유지하는 것은 성과에 중요한 영향력을 행사한다.

정보처리를 하려면 구성원간에 상호작용이 있어야 하므로 구성원들은 서로 의존관계에 있는 것이다. 각 구성원이 책임을 지고있는 정보처리의 일부는 다른 구성원이 책임을 지고있는 정보처리에 의존한다. 이렇게 상호 관련된 정보처리와 사회적 구조의 중요성은 구성원의 행위에 제약조건으로 작용한다. 업무 할당시에 구성원간의 업무 연계가 원활히 이루어지도록 업무 의존성을 고려하면서 구성원간 접점에서는 하위 목표의 달성에 대한 공동책임을 부과한다.

예를 들어, [그림-3]에서 보는 바와 같이 갑과 을은 SG<sub>1</sub>에 대해 공동 책임을 진다. 업무가 할당된 후에는 상급자가 하급자의 책임이 완수되었다고 결정할 때만 하급자는 작업을 종료하는 방식으로 그룹활동이 이루어진다. 예를 들면, [그림-3]에서 갑이 하위업무 SG<sub>1</sub>을 완료하였다고 판단될 때만 을은 작업을 종료할 수 있다.



[그림-3] 업무 분장



업무를 그룹 구성원에게 분산하여 처리하는 장점으로 몇가지를 들 수 있다.

첫째, 업무를 분해하여 정보처리의 복잡성을 통제한다. 복잡한 문제를 분해함으로써 여러 사람이 병렬적으로 정보처리를 할 수 있게 하고 동시에 각 개인은 적은 양의 자료와 덜 복잡한 문제를 다루게 된다. 정보처리의 복잡성은 입력 공간의 지수함수이므로 입력 공간의 확장을 방지하여 인지 용량을 초과하지 않도록 한다.

둘째, 초보자를 사회적 구조에 넣어서 학습시킬 수 있다. 그룹 전체를 초보자로 해서는 안되지만 사회적 구조에 의해 초보자가 숙련자의 업무 수행을 보고 배울 수 있도록 한다. 물론, 초보자가 설사 실수를 하더라도 즉시 감지되어 수정될 수 있도록 구조를 갖추어야 한다.

셋째, 시스템의 구성요소가 제대로 작동하지 않을 때 갑작스런 시스템 성과의 저하를 방지한다. 지엽적인 오류가 발생하더라도 서로의 행위를 관찰하고 있어서 오류를 간과하지 않고 상호간에 보정하는 역할을 한다.

넷째, 변화에 대한 적응과 단원화(modularization)가 용이하다. 외부 환경이 변경되는 경우 시스템 전체를 변경하는 대신 상응하는 부분만 변경시키면 된다.

## 2.2 업무간 조정과 지식의 분산

그룹에 의한 업무 수행시 구성원간에 할당된 업무의 조정이 매우 중요한데 개인의 수준에서는 별로 관심을 갖지 않았던 사항이다. 인지가 분산된 상황에서는 동시에 발생하는 활동들간의 의존성이 설정되어야 하고 이런 의존관계를 조정하는 방식이 그룹의 행동 유형을 결정한다.

여러 가지 방법으로 이런 조정이 이루어질 수 있는데 크게 두가지를 생각할 수 있다. 첫째는 전체적인 활동들의 순서를 기록한 절차서를 만들어 그룹의 구성원 모두 공유하도록 하는 방안이다. 둘째로는 전체적인 절차서 없이 각 구성원 자신이 책임을 진 업무에 대한 개인별 절차서에 따라 시스템의 상태를 감지하여 자신이 수행해야 하는 상황이 발생하면 활동을 수행하는 방식도 가능하다. 각 구성원에 대한 부분적인 절차서에는 서로 연결시켜야 하는 시점이나 활동을 표시하여 각 구성원이 자신의 활동을 기술시스템이나 다른 구성원과 어떻게 조정해야 할 지를 알도록 하는 것이다. 바람직한 조정은 시스템에 의해 각 구성원의 행위에 대한 제약조건이 자연스럽게 주어지도록 설정하는 것이다. 즉, 각 구성원이 자신에게 주어진 업무를 수행하다보면 저절로 조정이 이루어지도록 하는 것이다.

그룹의 성과는 지식의 분산 형태에 의해서도 영향을 받는다. 만일 각 구성원들이 전혀 공통의 지식이 없고 각자 고유의 지식만을 독자적으로 가지고 있으면 그룹의 업무를 수행하는데 엄청난 조정비용이 들게 된다. 또한, 한 사람만 실수

를 범해도 전체 시스템의 성과에 직접적인 영향을 미치게 되는데, 일시적으로 형성되는 그룹의 경우에서 종종 나타날 수 있다. 일반적으로는 구성원들에게 분산되어 있는 지식의 많은 부분은 공통인 점이 협동 작업의 특성인데 오류 발생시나 뜻하지 않은 방해가 생겼을 때에도 시스템을 정상으로 유지하기 위해 필요하다. 아울러, 한 구성원의 지식이 모자란다고 해서 시스템의 성과가 저하되지 않도록 업무의 분할과 사회적 구조가 형성되어야 하고, 어떤 이유로든지 업무가 중단되었다면 시스템은 즉시 업무 분장을 융통성있게 조정하여 이에 대처해야 한다. 이런 신뢰성을 확보하려면 구성원간 지식의 공유는 물론 구성원들이 서로의 활동 내용을 알 수 있어야 하고, 구성원의 업무 부하를 낮게 유지하여 여유(slack) 인지용량을 허용함으로써 상호 감시와 지원을 할 수 있어야 한다. 지식의 분산과 함께 시스템을 가동상태로 유지하는 책임도 구성원간에 분산되어 있다.

### 2.3 구성원간 의사소통

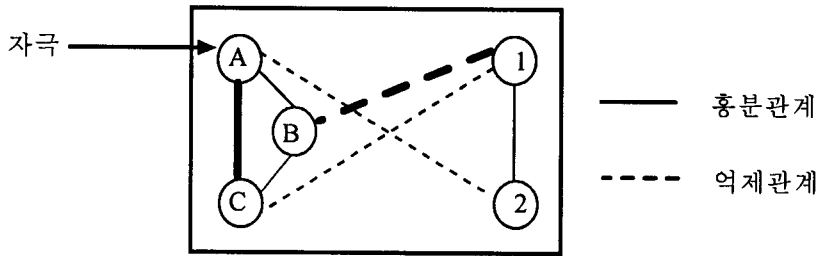
그룹의 인지적 특성은 구성원들의 인지적 특성에 의존할 뿐 아니라 구성원간 의사소통 체계에도 의존한다. 그룹을 형성하는 개인들의 인지적 특성이 일정(constant)<sup>1)</sup> 하다고 가정하더라도 구성원간에 시간의 흐름에 따라 의사소통체계가 어떻게 형성되는지에 따라 그룹의 인지적 특성이 달라진다. 또한, 그룹의 구성원이 보유하고 있는 지식의 내용과 구성원간에 업무 수행을 위한 정보처리 절차를 분할하는 방법에 따라 구성원간에 필요한 의사소통의 정도가 달라지며 결국 전체 시스템의 성과에도 영향을 미친다.

Hutchins[7]는 의사소통의 효과에 영향을 미치는 요인으로 일곱 가지를 제시하였는데, 그 중 세가지는 구성원간의 지식 및 정보 공유에 관한 것이고 나머지 네 가지는 의사소통의 특성에 관한 것이다. 구성원의 지식 및 정보 공유에 관한 특성으로는 사건이나 현상에 대한 도식(schema), 환경으로부터의 자극 또는 입력에 대한 접근, 의사소통 이전에 도식의 초기 활성화 상태를 들고 있으며, 의사소통의 특성으로는 의사소통 경로, 의사소통의 내용, 의사소통 내용에 대한 구성원간의 설득력, 의사소통 시간성을 들고 있다.

구성원의 지식 및 정보 공유에 관한 특성을 먼저 살펴보면, 구성원은 보유하고 있는 도식에 근거하여 사건이나 현상을 해석하게 된다. 신경망 모형에서는 도식을 노드간의 연결 유형으로 정의하는데 연결 유형은 노드간이 연결되었는지 여부와 연결되었다면 흥분관계인지 억제관계인지와 연결 강도에 의해 결정된다. 예를 들어 [그림-4]에서 실선으로 연결된 노드 A, B, C간에는 흥분관계가 있으

1) 개인의 인지적 특성은 단시일내에 많이 변하지는 않는다.

며 A-C간의 흥분관계 강도는 A-B간의 흥분관계 강도보다 높다. B-1와 C-1간에는 억제관계가 있으며 B-1의 억제관계 강도는 C-1간의 억제관계 강도보다 높다. 모든 구성원이 한 사건이나 현상에 대해 동일한 도식을 보유하고 있다면 다른 도식을 보유하고 있는 경우보다 의사소통의 효과는 높을 것이다.



[그림-4] 구성원 개인의 도식(schema)

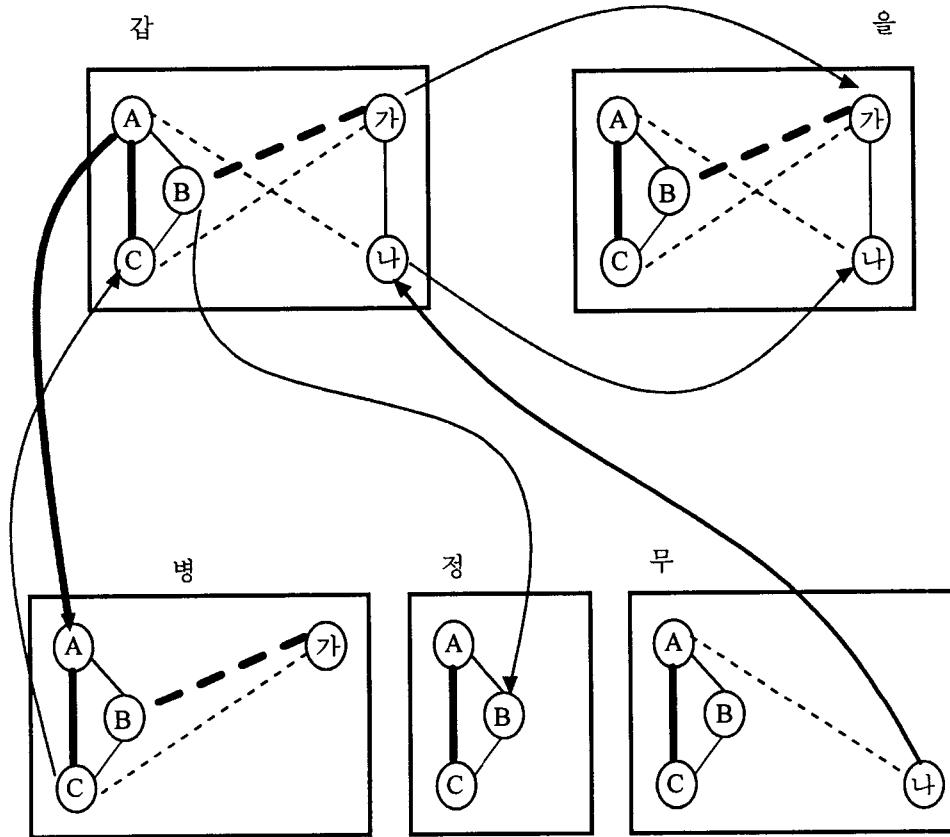
하지만, 동일한 도식을 보유한다고 해서 무조건 동일한 해석을 내리는 것은 아니다. 환경으로부터의 자극 또는 입력을 구성원들이 포착할 수 있어야 하고 포착된 자극으로 들어오는 정보에 대해 동일한 평가가 이루어져야 동일한 해석이 가능한 것이다. 따라서, 물리적 환경을 공유하는 구성원간의 의사소통(예를 들면 주제어실의 운전반원간의 의사소통)과 물리적 환경이 격리되어 구성원간에 통신 매체를 사용하는 의사소통(예를 들면 운전원과 현장의 직원간 의사소통)은 정보 전달력이 상당히 달라진다.

의사소통이 이루어지기 전에 도식의 초기 활성화 상태가 구성원간에 동일하다면 의사소통은 매우 신속히 효과적으로 이루어질 수 있다. 하지만, 초기 상태의 차이가 클수록 동일한 해석을 내리려면 많은 정보를 교환해야 하고 경우에 따라서는 다른 해석이 내려질 수도 있다.

[그림-5]의 예를 통해 의사소통의 특성을 살펴보면, 구성원간 의사소통 경로는 갑-을, 갑-병, 갑-정, 갑-무 사이에 형성되어 있다. 의사소통의 내용을 보면 갑-을 사이에는 가와 나에 관하여, 갑-병 사이에는 A와 C에 관하여 의사소통이 이루어지고 있다. 갑의 A노드는 활성화 수준이 매우 높아서 병에게 A에 관하여 매우 강한 설득력을 행사하고 있고, 병의 C노드는 활성화 수준이 낮아서 갑에게 C에 관하여 약한 설득력을 행사하고 있다.

마지막 특성으로는 의사소통의 시간성인데 형성된 의사소통 경로간에 의견교환의 빈도와 순서를 의미한다. 즉, 갑과 병 사이에 A에 관하여 의견교환이 잦았는지 뜸했는지에 따라 의사소통의 결과는 달라질 것이다. 또, 갑과 병 사이에 A에 관한 의견교환이 먼저 이루어지고 다음에 C에 관한 의견 교환이 이루어졌는

지 아니면 C에 관한 의견 교환이 먼저 이루어지고 다음에 A에 관한 의견교환이 이루어졌는지에 따라 의사소통의 결과는 달라질 것이다.



[그림-5] 구성원간 의사소통과 구성원의 schema

[표-1] 분산인지 현상/쟁점

분산인지 유형	현상
개인적 분산	개인의 지각, 정보처리, 반응은 병렬적으로 수행됨
기술적 분산	사람이 기술적 인공물(예:계산기, 컴퓨터)을 사용하여 업무를 수행함
사회적 분산	여러 사람이 협력하여 공동 업무를 수행하므로 업무 구조에 따라 구성원에게 업무가 분할되고 구성원간에 의사소통이 이루어짐 - 업무 구조와 업무 분할 - 구성원의 지식 공유와 의사소통 - 업무와 사회적 구조의 적합성
시간적 분산	역사적, 문화적 환경을 통해 세대간 지식의 공유가 가능

지금까지 살펴본 여러 가지 요인들이 그룹이 경험하는 사건이나 현상에 대한 해석과 그에 따른 결정이나 조치등에 영향을 미치게 된다. 조직의 특성에 따라 그룹의 모든 구성원이 하나의 동일한 해석에 의견의 일치를 보아야 하는 경우도 있고 그룹 구성원의 다양한 해석을 허용하되 각각의 해석을 뒷받침할 만한 논리적 타당성을 갖추는 것이 바람직한 경우도 있다.

요약하면, 분산인지이론은 그룹에 의한 업무 수행 과정을 인지적 측면에서 설명하려는 것으로 구성원의 개인적 인지과정을 포함하면서 그룹을 형성하는 개인의 상호 연관성을 고려한 것이다. 그룹은 개인들로 구성되지만 구성원 개인들의 특성을 단순히 합하여 그룹의 특성으로 나타낼 수는 없으며, 그룹 고유의 인지적 특성을 갖는다. 따라서, 복합시스템에서는 개인을 주 분석대상으로 삼지 말고 인간 시스템과 기술 시스템을 포괄하는 전체 시스템을 인지 시스템으로 보아야 한다 [7].

### 3. 그룹 과업의 인지적 분석 방법론

#### 3.1 GOMS

GOMS는 기술시스템을 도구로 사용하여 과업을 수행하는 인간의 인지과정을 분석하는 기법이다. 주어진 과업을 완수하기 위하여 기술시스템을 사용하는 인간의 인지 과정을 ① 과업을 수행하여 달성해야 할 목표(Goals), ② 개인이 해당 업무를 수행하면서 취하는 여러 육체적, 정신적 활동인 조작자(Operator), ③ 목표를 수행하기 위한 조작자의 조합 방법(Method), ④ 동일한 목표를 성취할 수 있는 복수의 방법 사이의 선택 규칙(Selection Rules)의 4가지 개념을 이용하여 계층구조를 갖는 모델을 만든 후 분석한다.

목표는 인간이 주어진 과업을 수행함으로써 달성하려는 것으로 <동사-목적어>의 형태로 표현되는데 경우에 따라 수식어가 추가될 수는 있다. 대개 목표는 하나 이상의 하위 목표로 분해되는 과정을 반복하여 계층 구조를 갖는다.

조작자는 인간이 수행하는 활동을 의미하며, 목표와 마찬가지로 <동사-목적어>로 표현되지만 목표는 달성되어야 하는 것인데 비해 조작자는 단지 수행된다. 조작자도 계층적 분해를 거쳐 하위조작자로 분해되는데, 더 이상 분해되지 않은 최하위 수준의 조작자를 요소조작자(primitive operator)라 부른다. 요소 조작자는 관찰 가능한 활동들로 구성되는 외부 조작자, 인간의 두뇌 내부 활동들로 구성되

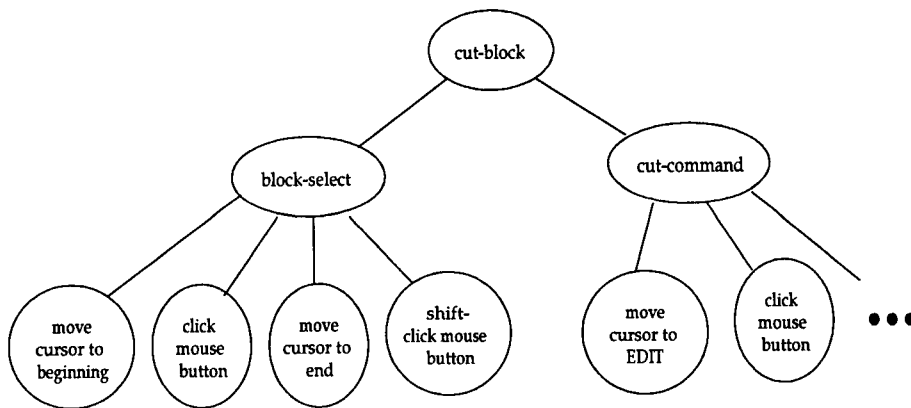
는 내부 조작자, 분석자가 정의한 기타 조작자로 분류된다.

방법은 목표를 달성하기 위한 일련의 단계로 구성되는데 각 단계는 하나의 조작자 또는 하위 목표를 갖는다. 하위 목표는 또 다른 하위 방법에 의하여 성취될 수 있다.

선택 규칙은 하나의 목표를 달성할 수 있는 방법이 두가지 이상 존재하는 경우에 어느 방법을 선택할 지를 결정하는데 활용된다.

GOMS모델이 완전하고 정확하다면, GOMS모델에 의하여 표현된 모든 업무는 방법(Method)에 의하여 수행될 수 있다. 업무의 수행 여부는 GOMS모델을 손으로 추적하든지 또는 시뮬레이션을 수행하여 추적할 수 있다.

Card, Moran과 Newell[3,4]은 최초의 GOMS를 발표하여 문서 작성기를 사용하여 문서를 작성하는 과업을 분석하였다. [그림-6]은 문서작성시에 한 block의 위치를 이동하는 과업중의 일부인 'cut block'을 수행하는 과정을 보여준다. 그 후 1985년 Kieras 등이 Natural GOMS Language (NGOMSL)를 개발하여 모형 구축에 필요한 규칙과 용어를 단순화하고, 모형 구축을 용이하게 하였으며, 과업 수행성과를 수량적인 형태로 예측 가능하게 하였다. 이에 따라 GOMS가 일반적인 과업 분석에 적용될 수 있게 되어, 인간의 인지 과정을 분석하는 도구로 널리 사용 가능하게 되었다[9]. John 등은 지각 단계(perceptive process), 인지 단계(cognitive process), 운동 단계(motor process)와 같은 인간의 세분화된 인지활동이 병렬적으로 진행될 수 있다는 사실을 관찰하고 이러한 병렬적인 진행을 모형화하고 분석할 수 있는 Cognitive-Perceptual-Motor GOMS(CPM-GOMS)를 발표하였다[8].



[그림-6] 문서작성기의 사용을 분석한 GOMS 모형

기존의 GOMS群은 모두 개인의 업무 수행에 관한 인지적 과정을 분석하는데 활용된다. 이들 GOMS群은 개인의 인지 과정을 분석하기에는 적합하나 그룹이 협동에 의해 업무를 수행하는 경우의 그룹 인지과정을 분석하기에는 부적합하다. 예를 들면, 어떤 구성원이 현재 수행하여야 할 조작자는 다른 구성원의 업무 진행 상태에 따라 달라질 수 있으며, 또한 그룹의 長은 각 구성원의 하부 업무 수행 과정을 종합적으로 관찰하면서 그 다음에 수행할 업무를 결정할 수 있다. 그러나, 기존의 GOMS群은 이러한 구성원간의 상호 작용을 분석에 포함시키지 않았으며, 이들 구성원 사이의 업무 분담의 균형성이나 인지적 부담의 균형성 등에 대한 분석이 불가능하다.

따라서 구성원 개인의 하부 업무간의 상호 작용은 물론 구성원들의 업무간 관계를 종합적으로 고려한 그룹의 인지 과정을 분석하고 평가할 수 있는 방법론을 개발할 필요가 있다.

### 3.2 분산형 GOMS

기존의 GOMS 모형은 개인의 인지 과정을 설명하기에는 적합한 모형이나 공동 작업과 관련된 그룹 인지과정을 설명하기에는 부적합하다. 그룹에 의한 업무 수행 과정에는 각 개인이 독자적으로 업무를 수행하는 부분이 포함되어 있는데, 각 구성원의 업무는 동료의 업무와 상호 의존적인 관계를 가지고 있다. 예를 들면, 구성원 '갑'의 특정 하부업무(subtask)의 진행 상태에 따라 구성원 '을'의 업무 수행과 관련된 의사결정이 달라질 수 있다. 또한 그룹의 장은 각 구성원의 하부업무 수행 과정을 관찰하면서 시스템 전체의 전반적인 상황을 탐지하고, 적절한 의사 결정을 내려 과업 수행을 통제하는 업무를 수행해야 한다. 따라서 구성원 개인의 하부 업무간의 관계는 물론 구성원 들의 업무간 관계를 종합적으로 고려한 그룹의 인지 과정을 분석해야 한다. 따라서 본 연구에서는 기존의 GOMS를 확장하여 구성원 들의 인지 과정간의 상호 의존성을 포함한 분산형 GOMS (Distributed GOMS) 모형을 개발하였다.

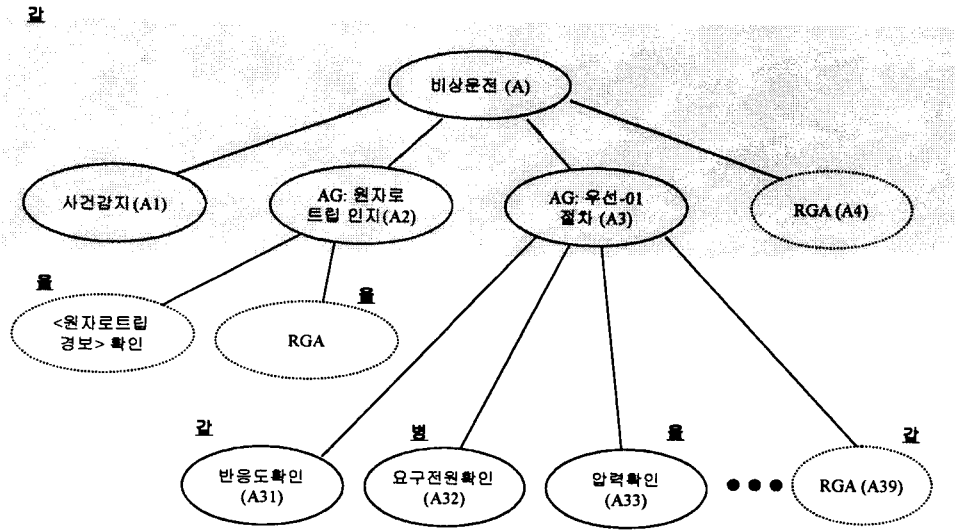
분산인지모형은 그룹에 의해 공동 업무를 수행하는 상황에 적용할 수 있도록 업무의 할당과 구성원간 의사소통을 포함하고 있다. 따라서, 실행 시간, 평균 인지부하, 일관성 정도, 학습 시간과 같은 기존의 측정 변수이외에 인지부하의 편차, 업무 수행 시간의 분포(의사소통 시간)를 추가하였다. 적절한 업무 할당은 구성원의 인지적 부하를 균형화시켜 인지부하의 편차를 줄이고 그룹의 업무 성과를 향상시킬 수 있으므로 인지부하의 편차를 측정해 볼 필요가 있다. 아울러 구성원간 의사소통의 양이 증가할수록 계속 성과가 향상되는 것은 아니므로 업무 수행시간의 분포를 조사하여 의사소통시간이 차지하는 비중을 알아볼 필요가 있다.

분산인지 모형에 따른 분산형 GOMS 작성 절차는 다음과 같다.

- 1) 완전한 그룹모형을 작성한다: 이것은 그룹의 의사소통과 조정능력이 완전 하여서 (perfect communication and coordination) 모든 구성원이 동일한 지식을 갖고 있으며 서로의 생각을 항상 완전히 알 수 있다고 가정하고 그룹에 부과된 업무에 대한 분석을 수행한다. 이는 무한한 능력을 가진 한 수퍼맨이 그룹 업무를 수행한다고 가정하는 것과 마찬가지로이며 GOMS 방법중 순차적 특성을 가진 NGOMSL 방법을 적용하여 GOMS 모형을 작성한다. 이 단계에서는 업무를 분해하는 과정을 너무 세분할 필요가 없다. 최하위 단계의 업무를 한 개인이 수행할 수 있는 수준까지 분해하면 된다.
- 2) 업무를 할당한다: 앞에서 작성된 GOMS 모형에서 최하위 수준의 조작자에 대해 수행 주체를 할당한다. 수행 주체는 대부분 사람이지만 때로는 자동화된 설비도 수행주체가 될 수 있다.
- 3) 개인별 수행 모형을 작성한다: 앞에서 각 주체에게 할당된 업무들을 모아 선후관계를 고려하여 각 주체별도 수행하는 업무를 배열한다.
- 4) 수행 주체와 제약 조건을 고려하여 CPM-GOMS 모형을 작성한다: 이어지는 업무들의 수행 주체가 바뀌면 의사소통이 이루어져야 하고 정보의 교환이 이루어져야 한다. 이를 위해서는 수행주체간 조작자(inter-agent operator)를 추가해야 한다. 수행 주체가 다르면 일반적으로 업무를 동시에 수행할 수 있음을 의미하지만, 업무의 선후 관계나 제약 조건등의 의존 관계를 고려해야 한다. 업무간에는 강제적인 선후관계나 편의상 만들어진 선후 관계가 있을 수 있으며, 전혀 서로 상관이 없을 수도 있다. 이들 업무간의 관계를 CPM-GOMS 모형을 작성하여 나타낸다.
- 5) 각 최하위 업무의 반복성을 기준으로 automated process 인지 attended process 인지를 분류한다.
  - 5-1) attended process인 경우에는 NGOMSL 모형을 작성한다: 이제 각 최하위 업무는 한 agent가 수행하는 업무이므로 전형적인 NGOMSL 방법을 적용하여 모형을 작성하고 분석한다.
  - 5-2) automated process인 경우에는 CPM-GOMS 모형을 작성한다.
- 6) 단계5에서 작성한 각 GOMS 모형에 대한 분석을 수행한다. 이 단계에서는 종래의 NGOMSL이 CPM-GOMS 분석방법을 그대로 적용한다.
- 7) 그룹의 수준에서 분석을 수행한다: 그룹 전체의 수준에서 실행 시간, 평균 인지부하와 인지부하의 편차, 일관성 정도, 학습 시간 등을 추정한다.

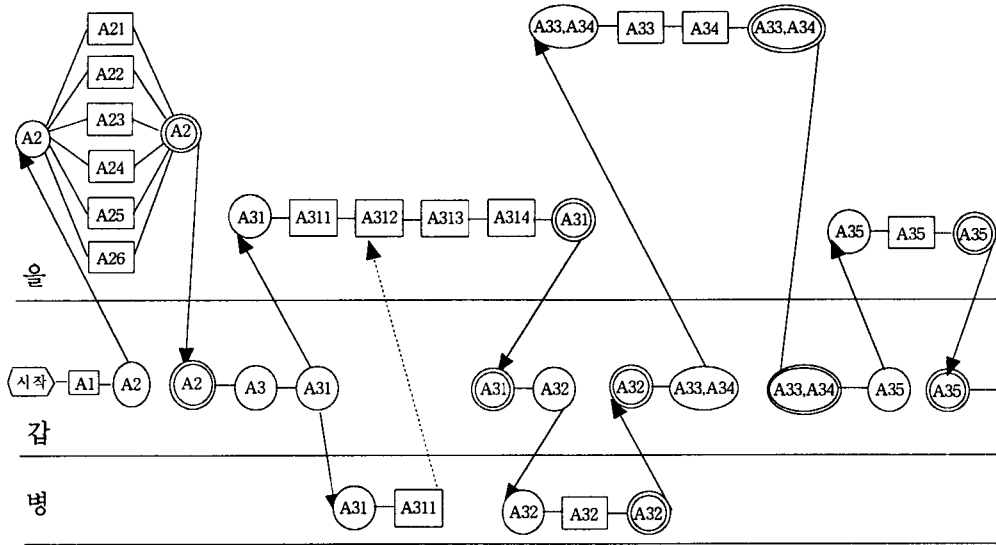
분산형 GOMS를 원자력발전소의 주제어실에서 수행하는 '비상운전' 업무에 적용한 결과를 요약해본다.





[그림-7] 분산형 GOMS 단계2 까지의 결과

[그림-7]은 분산형 GOMS를 [단계2]까지 적용한 예제이다. '감'은 그룹 업무의 감독자로서 전체 그룹업무의 진행을 책임지고 구성원인 '원'과 '병'에게 하위 업무를 지시하고 확인한다. [그림-8]은 구성원간의 의사소통을 추가하여 [단계4]까지 적용한 예제이다.



[그림-8] 분산형 GOMS 단계4 까지의 결과

[단계5], [단계6]에서는 기존의 GOMS 방법론을 그대로 적용하는 것이며, [단계 7]에서는 [단계6]의 결과를 비교하는 것이다. 이 예제에서 '갑'은 그룹 전체의 업무를 총괄하는 역할을 수행하며, '을'과 '병'이 세부적인 과업을 수행하는데 [단계 7]을 수행한 결과의 예제는 <표-2>와 같다.

[표-2] 분산형 GOMS 단계7 까지의 결과

구성원	실행시간	의사소통시간	최대 인지부하
갑	103.6	93.6	3
을	167	78.6	4
병	36.4	15	3

[표-2]에서 구성원의 업무 수행시간은 세부과업의 실행시간과 의사소통시간의 합으로 볼 수 있다. '갑'은 일부 세부적인 과업을 103.6분 동안 직접 수행하면서 '을'과 '병'에게 지시와 확인을 위한 의사소통에 93.6분을 보내고 있다. '을'은 세부적인 과업의 대부분을 167분 동안 수행하면서 '갑'과의 의사소통에 78.6분을 보내고 있다. '병'은 일부 과업만을 수행하는데 36.4분을 보내고 '갑'과의 의사소통에 15분을 보내고 있다. 업무 수행시간 측면에서 보면 '을'은 '병'에 비해 과도하게 많은 일을 하고 있음을 알 수 있다. 즉, 현재의 업무 분담은 균형적이지 않으므로, 다른 기술적 이유가 없다면 균형을 이룰 수 있도록 업무 분담을 재조정하는 것

이 바람직하다.

[표-2]에서 인지부하는 한 시점에서 단기기억장치에 저장해야 하는 정보량을 의미하는데 인지부하가 높아지면 업무를 수행하면서 오류를 발생시킬 가능성이 높아진다. 일반적으로 최대 인지부하는 5이하가 바람직한데, '갑'과 '병'의 최대 인지부하는 3이고 '을'은 4이므로 구성원 모두 업무 수행중에 과도하지 않은 인지부하를 받게 되며, 구성원간에 균형을 이루고 있다고 볼 수 있다.

## 4. 결 언

과업 분석 연구의 대부분이 개인의 인지적 차원에서 이루어졌는데, 이에 비해 본 논문에서는 그룹의 인지적 차원에서 과업을 분석할 수 있는 분산형 GOMS를 개발하여 제안하였다. 분산형 GOMS는 기업조직이나 공공조직에서 정보시스템이라는 기술적 인공물을 활용하여 이루어지는 많은 그룹 업무들에 적용할 수 있다. 예를 들면, SM(System Maintenance) 서비스를 제공하는 업체에서 통신망 관리팀이 망관리 시스템을 활용하여 업무를 수행하는 경우에, 통신망 관리팀의 업무 구성과 구성원의 업무 분담 및 인지 부하 등을 분석하는데 활용 가능할 것으로 예상된다.

분산형 GOMS는 개인의 과업 분석 방식 중의 하나인 기존의 GOMS를 확장한 것으로, GOMS 평가를 그 기반으로 하고 있다. 하지만, GOMS 평가를 하려면 각 요소조작자에 대한 추정치가 필요한데, 아직은 추정치로 사용할 수 있는 실증 자료가 없으므로 문헌에서 제공하는 이론적 추정치와 연구진이 주관적으로 판단한 추정치를 사용할 수밖에 없는 실정인어서 본 논문에서 제시하는 분석방안을 적용하는데 많은 시간과 노력이 든다는 한계점을 안고 있다.

향후에는 다양한 유형의 그룹 과업에 적용함으로써 분산형 GOMS 방식의 적절성을 검증할 예정이며, 분산형 GOMS의 장단점을 파악하여 이를 개선하려고 한다. 아울러, 분석 결과를 축적하여 점차 다른 유형의 그룹 과업을 분석하는데 활용될 수 있도록 하여, 비교적 적은 시간과 비용으로 현실 상황에 직접 적용할 수 있도록 하고자 한다. 궁극적으로 그룹 구성원들의 인지적, 물리적 특성을 고려하여 그룹성적을 향상시키는 데 이바지하고자 한다.

## 참 고 문 헌

- [1] 영광원자력본부훈련센터, 비상운전절차서(EOP) 개요, 1997.
- [2] 영광 제2발전소 운영절차서, 원자로 트립후 우선조치, PNSC No. 94-07, 1994.
- [3] Card, S. K., Moran, T. P., and Newell, A., The Keystroke-Level Model for User Performance Time with Interactive Systems. *Communications of ACM*, 23(7), 1980.
- [4] Card, S. K., Moran, T. P., and Newell, A., *The Psychology of Human-Computer Interaction*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1983.
- [5] Cole, M. and Engestrom, Y., A Cultural-Historical Approach to Distributed Cognition, in Salomon G. Ed., *Distributed Cognitions - Psychological and Educational Considerations*, Cambridge University Press, 1993.
- [6] Dennis, A. R., George, J. F., Jessup, L. M., Nunamaker, J. F., and Vogel, D. R., "Information Technology to Support Electronic Meetings," *MIS Quarterly*, 12: 4, Dec. 1988, pp. 591-624
- [7] Hutchins, E., *Cognition in the Wild*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1995.
- [8] John, B. E. and Gray, W. D., GOMS Anlysis for Parallel Activities, Tutorial Notes, CHI, 1995 (Denver, Colorado), ACM, 1995.
- [9] Kieras, D. E., Towards a Practical GOMS Model Methodology for User Interface Design, *Handbook of Human Computer Interaction*. M. Helander, (ed.). Elsevier, 1988.
- [10] Mankin, Don, Susan G. Cohen, and Tora K. Bikson, *Teams & Technology*, Boston, Massachusetts, Harvard Business School Press, 1996
- [11] McClelland, J. L., Rumelhart, D. E., and the PDP Research Group(Eds.), *Parallel Distributed Processing: Exploration in the Microstructure of Cognition*, volume 2, MIT Press, 1986.
- [12] Norman, Donald A., *The Psychology of Everyday Things*, New York: Basic Books, 1988
- [13] Roberts, J., The Self-Management of Cultures, in W. Goodenough(ed.) *Explorations in Cultural Anthropology: Essays in Honor of George Peter Murdock*, McGraw-Hill, 1964

## A Cognitive Evaluation Technique for Group Tasks

Daihwan Min, Yun-Hyung Chung, Bokryeul Kim

This paper suggests a technique for evaluating cognitive process when a working group performs its group tasks. First, it reviews a theory of distributed cognition which provides a theoretical background for investigating group's cognitive process. Then, it presents a procedure for DGOMS(Distributed GOMS) evaluation which is an extension from GOMS. GOMS is an analytical evaluation technique that has been used at the individual level. DGOMS analyzes task completion time and compares workload among group members on the basis of each member's task execution time, communication time, and cognitive workload. DGOMS can be applied to a situation where a group of people are working together for a common goal using a technical subsystem such as information systems.

◆ 저자소개 ◆



민대환 (Daihwan Min)

현재 고려대학교 경영정보학과 교수로 재직중이다. 서울대학교를 졸업하고, 한국과학기술원에서 공학석사를, University of Michigan에서 경영정보학박사를 취득하였다. 현대건설(1981. 3 - 1984), 한국경영정보학회 이사 (1993-1996) 한국 CALS/EC 학회 편집위원 (1996-)등을 역임하였다.



정윤형 (Yun-Hyung Chung)

현재 한국 원자력 안전 기술원 규제1실 근무에서 선임 연구원으로 근무하고 있다. 한양대학교 전자공학과에서 학사, 석사를 취득하였고, 현재 한국과학기술원 박사과정중이다. 한국원자력연구소 선임연구원(1983년 3월-1990년 1월)을 역임하였으며, 주 관심분야로는 인지공학, 원전 Human-Machine Interface 설계방법론, 인적오류분석등이 있다.



김복렬(Bokryeul Kim)

현재 한국 원자력 안전 기술원 성능연구실에서 책임연구원으로 근무하고 있다. 인하대학교 전기공학과를 졸업하고, 한국원자력연구소 선임연구원(1981년 8월 - 1990년 1월)을 역임하였다. 주 관심분야로는 원전 디지털 I&C 규제기술 개발등이 있다.