

유비쿼터스환경에서 Abduction을이용한창조적컴퓨터지식과  
학지원시스템에관한연구  
(A study on creativity knowledge support system of  
computer in ubiquitous)

정창덕(Chang Duk Jung)<sup>1)</sup>

**Abstract**

이논문은 실제 추론방법을활용한 프로젝트연구실험이다 abduction은 추론방법이다. 원래는 컴퓨터로 실현하는 경우에는 가설집합등을 제약하는 것으로 연구되어왔다. 가설추론이 그 대표적인 시스템으로, 설계, 진단 등으로 적용되어 왔다. 이 논문에서는 애브덕션을 이용한 창조적, 발상지원시스템을모델링하여 진단,간호분야의 실험연구를통해 적용가능성을얻었고 초보자도쉽게 다룰수있는 시험 시스템도개발하였다.

논문접수 : 2005. 5. 10.  
심사완료 : 2005. 6. 9.

---

1) 정회원 : 서울벤처정보대학원 교수

## 1. 서론

일반적으로 유비쿼터스환경이되면서 사물간 커뮤니케이션, 컴퓨터와 사물간의 연결 및 추론이 획기적으로 늘어날 것이다 추론이라고 하면 연역 추론을 의미할 경우가 많다. 실제로 연역추론은 인간이 자기 자신을 관찰하기 시작한 그리스 철학의 시대부터 유명한 추론방법으로, Peirce는 분석적인(analytic) 추론이라고 규정했다. Peirce는 인간의 과학적 사고(추론)의 타입을 연역추론(deduction), 귀납추론(induction), 애브덕션(abduction)의 3종류로 나누었다. 일련의 사실 지식의 집합에서 일어날 수 있는 결과를 유도하기 때문에 분석적이지만, 간단하게 말하자면 if-then식의 삼단 논법인 것이다.

또한, 연역추론은 완전무결한 추론이기 때문에, 완전한 지식이 존재하는 세계에 대해서만 잘 적용된다. 실제로, 규모가 작은 간단한 시스템이라면, 지식이 모두 표현가능하기 때문에 연역추론으로 잘 해결할 수 있는 경우가 많다. 그러나, 일반적으로 현실의 세계는 그렇게 쉽지 않다. 예를 들어, 지식이 없다면, 실제로 복잡한 시스템을 짜려고 생각하면, , 지식을 모두 표현하는 것은 아주 어렵다. 그렇다면, 이 경우 인간은 어떻게 추론을 하는가 하면, 결국엔 적당히 하고 있다고 말할 수 있다. 그 적당함을 적당하지 않고, 정밀하게 정식화시키고 있다

(peirce,computer journal,2001). 귀납추론은 일반적으로 클러스터링이나 일반화로 분류되지만, 여러 가지 데이터를 보고 노이즈(noise)라고 생각되는 것을 제거하고, 룰(rule)을 생성하는 추론이라고 생각하면 된다. 한편 애브덕션은 상상도 할 수 없는 결론을 만들어낼 가능성이 있다는 의미로, 발상적 추론, 창조적 추론이라고 생각할 수 있다. Peirce는 그럴 수도 있다고 표시하는 것만으로 끝냈지만, 새로운 아이디어를 유도하는 유일한 논리적 조각이라고 하고 있다.

### 1.1 Abduction

유비쿼터스환경에서 상상도 못했던 가설을 이

끌어 내는 것이 본래의 애브덕션이다.

예를 들어, 코난 도일의 작품인 「주홍색 연구(A study in scarlet)」을 읽어보자. 그 속에서 설록 홈즈가 와트슨과 처음으로 만났을 때, “와트슨은 아프가니스탄에서 막 왔다”라고 추리한 점을 보자. 이것이 바로 애브덕션이다. 컴퓨터정보시스템 상의 abduction으로서 가장 먼저 문헌에 나오는 것은 1973년에 Pople Jr.에 의해서 reversed deduction으로서 제안 된 것이다. 그러나 현실적으로 시스템으로서 움직인 것은, Prolog 등의 논리형 프로그래밍 언어가 일반적이 된 이후다. 중요한 것으로 가설추론이라고 하는 Theorist 나 ALP(abductive Logic Programing)을 들 수 있고, 그 후 확장이론 프로그래밍 등을 이용하여 다양한 시스템이 제안되고 있다.AI의 분야에서 계산을 실현 가능한 애브덕션으로 만들 수 있는 것의 하나는, 가설추론이다. 가설추론은, 설명적 추론이라고 생각할 수 있다. 즉, 관측을 설명하기 위해 이유를 찾아오는 추론이다. 애브덕션은 “발상”이라고 말했지만, “설명”이라고 생각할 수도 있지만, 홈즈의 기술처럼 발상이라는 것은 제대로 설명할 수 없으면 안된다. 즉, “발상=설명”인 것이다. 가설추론(Theorist)과 그 확장인 Abductive Analogical Reasoning을 나타내는 것으로 컴퓨터상에 실현되는 애브덕션을 나타낸다.

### 1.2추론

이 논문에서 중점적으로 다룰 가설추론은, 불완전한 지식을 다루는 추론이라고 할 수 있다. 이 “불완전”이라고 하는 것은 모든 지식을 처음부터 믿어서는 안된다는 의미에서의 불완전이다. 따라서, 가설추론은 비단조추론적인 움직임을 보인다. 이 비단조성이 애브덕션의 실현에 중요한 역할을 나타낸다.

선구적인 가설추론 시스템인 Theorist에 따라 가설추론의 설명을 하고자 한다. 컴퓨터에서 추론을 행하는 경우에는, 자원이 유한하기 때문에, 효율화를 위해서 다양한 제약을 준다. 예를 들면 무한하게 가능성을 열거하는 것은 현실적이

지 않기 때문에, 가능성이 높은 가설을 미리 설정한다거나, 가설을 찾는 공간을 제한하는 등을 한다. 가설추론도 답의 오류를 막기 위해서 가설 베이스의 설정을 행하거나, 생성하는 가설도 최소한으로 정한다는 제약을 주고 있다. 보통 때 사용하기 위해서는 이러한 제약은 현실적인 제약이다. 이런 제약에서 설명적 추론이기도 한 가설 추론은 어느 정도 관측이 되었을 때, 그 관측을 설명하기 위해서 가설후보에서 모순이 없고 가장 작은 가설 집합을 모으고, 그 가설 집합을 설명(답)이라고 할 수 있는 추론이라고 할 수 있다. 이 추론이 불완전한 지식을 다루는 추론이라고 할 수 있는 것은, 추론에 필요한 가설 집합이 틀렸을지도 모르는 지식을 포함(혹은 어느 상황에서는 성립되지 않는 지식, 동시에 상호보완적인 지식을 쓸 수 없다는 등)한다는 의미에서 불완전하기 때문이다. 즉, 가설추론이란 일반적으로 진실인지 거짓인지 분명하지 않는 것을 우선 옳다고 보고(가설을 세우고) 추론을 진행하여, 잘 목표로 도달(설명할 수 있도록)한다면, 세운 가설은 옳다고 보는 추론법이다. 이처럼, 가설추론에서는 가설이 확실하기 때문에, 통상적인 추론과는 달리, 지식이 사실과 가설의 구별을 해준다. 비단조추론이란, 추론을 하고 있는 동안에 지식의 진위가 바뀌거나, 사용하는 상황에서 지식의 진위가 바뀌는 것에 대한 추론 체계. (McDermott,1991)이다

## 2.본론

연구를위해 유비쿼터스 실험환경을 한국과일본의 장소를활용하였다(일본가나자와시,한국유비쿼터스강남,수원) 가설추론은 불완전한 지식에서의 추론이라고 적었지만, 실제로는 논리를 다루었다고 해도, 대부분의 경우에는, 가능성이 있는 것을 전혀 준비하지 않으면 추론이 불가능하다. 또한 생성되는 가설도 최소가 되어야 한다는 제약을 준다. 유한한 자원을 다루는 컴퓨터에서 실현하는 한 어쩔 수 없지만, 그것만으로는 발견이라고 할 수 없기 때문에 불완전한(필요한 지식이 결여된) 가설집합에서 추론할 수

있는 애브덕션이 필요하다. Reiter & deKleer가 제안한 Clause Management System(CMS)은 데이터 베이스 관리 조직이지만, 그 관리방법은 애브덕션이라고 생각할 수 있다. CMS는 어떤 것을 설명하기 위해서 필요한 최소한의 근사치를 나타내기 때문이다. 즉, 이것을 애브덕션으로서 사용한다면, 어떤 추론을 할 때 결여된 지식을 나타내는 것이 가능하다. 다만, 최소한의 지식을 논리적으로 도출하는 것만으로는 얻어진 것이 지식인지 알 수 없다. 여기서, Abductive Analogical Reasoning(AAR)을 살펴본다. 이 추론의 열쇠는 애브덕션(예를 들어, CMS 등의 발견적인 추론)에서의 가설발견과 유추에서의 가설 간의 모습을 잘 이어주면 가장 훌륭한 새로운 가설을 도출할 수 있는 가능성이 있다. 따라서 애브덕션과 유추와 결합하는 것으로, 추론에 사용해야할 근사치가 없어도, 보완하기 위한 지식이 애브덕션에 의해서 도출된 것에 대해서, 이와 비슷한 지식을 이용하여 설명하는 근사추론(近似推論)과, 기존의 지식을 참조하여 결여되어 있는 근사치( 지식과 논리적으로 등가)을 만들어내서 가설로서 추론하는 보간(補間)추론이 가능해진다. 따라서, AAR에서는 유사사상(類似寫像)을 행하는 것으로, Occam's Razor이외의 가설에 평가 기준(예를 들어, explanatory coherence과 같은 기준)을 주는 것이 가능하다. AAR은 추론의 움직임을 나타내겠지만, 그 전에 설명에 사용할 기호에 대한 정의를 설명하고자 한다

### 2.1AAR(Abductive Analogical Reasoning)

유비쿼터스환경에서 유사창조적지식추론이라고 하는 것은 일반적으로 어느 절 A와 다른 절 B가 닮았다는 관계를 나타낸다. 간단한 예로, 절 A를  $a \vee b \vee \dots \vee f$ 로 할 때, A의 유사창조적지식추론은, a,b,.....,f의 중에서 최저 1개의 유사한 원소를 갖고 있고, 다른 것은 같은 원소를 갖는 같은 형태를 한 절 B가 된다. A를 어느절에서 연역할 수 있는 절의 집합으로 한

다. “, A에서 연역할 수 있는 절의 유사창조적 지식추론을 연역할 수 있는 절의 집합인 A'가 존재할 경우 A와 A'의 관계를 나타낸다. 당연히, 이로 인하여 절의 구조, 숫자가 바뀔 수도 있다. 이상의 정의로, 지식 베이스를  $\Sigma$  (Abduction이용 창조적지식가설추론)처럼 사실 가설의 구별은 없지만, 모순성이 없는 것은 유지되고 있다)라고 했을 때, O(관측)를 설명할 수 있다.

(O는  $\Sigma$ 만으로는 설명할 수 없다)

,  $\Sigma$ 에는 O를 설명할 때에는 필요한 절 일부 혹은 모두가 빠져 있다는 것이 된다. 이 경우, 예를 들어 “바람이 불면, 물통을 파는 집이 돈을 번다.” 등의 단편적인 지식인지도 모르는 것이다. 따라서 바를 것 같은 절을 위해서도 우선 지식 베이스 속의 지식에서 사용할 수 있을만한 것을 찾아본다. 예를들어 S'(실제지식)가 생성(탐색)될 수 있다.S'는 실제로 지식 베이스의 속에 있는 지식이지만, O를 완전하게 설명하고 있는 것은 아니다. 그러나 이 S'를 참조하는 것으로, S(유사지식)보다는 가장 올바른 지식을 생성할 수 있을 것이다. 왜냐하면 S'는 추론에 필요한 지식과 유사한 지식이기 때문이다. 추론을 계속진행하면, 만족할만한 절 S''이 생성된다. 애브덕션은 비단조적인 설명적 추론이라고 하고, 실제적 추론이기도 하다. 애브덕션(가설추론)의 구성에 의한 어플리케이션이라고불수있다. Peirce가 애브덕션이 합성적인 (synthetic)추론이라고 하는 것처럼, 가설의 합성에 의해 창조적지식 발상을 하는 것이 애브덕션이며, 합성에 의해서 목표를 설명하는 것은 애브덕션이다. 여기에 다양한 분할에도 견딜 수 있는 유비쿼터스 환경에서는 더욱 비단조성도 있다. 따라서 이러한 성질을 갖는 애브덕션의 어플리케이션으로는 설계, 진단 등의 합성, 설명을 동작의 기본으로 한다고 생각할 수 있다.가설추론에 의한 설계문제를 . 하나의 예로서, LSI회로의 설계를 가설추론으로 행하는 것으로. 가설추론은 가설을 조합하여 관측을 설명한다, 즉 설계문제를 생각하

면 부품 등을 조합하는 설계 사양을 설명한다고 생각할 수도 있다. 예를 들면, 부품의 종류, 부품끼리의 접속방법을 가설(고정되어 있지 않음)을 생각하면, 관측을 입력 - 출력관계(사양)로 하는 것으로, LSI회로의 설계가 애브덕션의 구성으로 가능하다. 지식을 설계를 위한 지식이라고 생각해보자. 여기서 fact가 되어 있는 것은, 사실지식이다. 소자의 입출력의 관계나 접속관계 등의 물리적 규칙이 적혀 있다. 당연히 이러한 설계의 사이는 불변이다. fact((inconsistent....는 그 관계가 모순되어 나타낸다. 예를 들면, 요소와 다른 기능은 주지 않겠다는 것을 나타내고 있다. 위에 서술한 것처럼, 가설추론의 문맥에서는 관측은 사양에서, 설계결과는 가설추론의 답으로서 얻을 수 있는 가설이 된다. 즉, 적용 가능한 기능 블록과 그것들을 접속 정보가 가설(hyp(...))로 나타내는 것이 가능해지며, 가설 베이스에 포함되게 된다.

## 2.2 유비쿼터스환경에서의 Abduction 에 의한 리스크 추론모델

유비쿼터스환경의 연구실험프로젝트에서.위의 AAR을이용하여 간호기록의창조적지식추론 지원을 연구하였다, 특히 중요한 것은, 간호실수로 사전에 검출해서 가르쳐주는 것이라고 생각한다. 따라서 abduction의 기능을 사용하여 리스크관리가 가능하지 않을까, 생각된다. 어떠한 곳을 인지적으로 관철하면 좋을지의 대상은 기록용지수의 관계로 포함시키지만, 근무중에 무엇인가가 끼어들어서, 어떤 작업을 도중에 그만 두었다는 상황을 생각하고있다. . 실제로는, 가설추론의 틀을 사용하므로써, abductive으로 사고의 가능성을 추론모델을통해 검출하려고 한다.

아래에서, “FUh1 V= ideal\_observation,”의 경우, 아래처럼 만족시키는데의 h2를 찾는다. “FUh2 F= ideal\_observation.” 및

“FUh2 V= □.”  
 $h1, h2 \in H.$

앞의 Theorist의 정의와 차이는 가설을 두개로 나누는 것뿐이다. Theorist에서는 제1스테이지에서 가설은 생성되지 않았지만, 여기에서는 만들 수 있다. 여기서,  $h1=\emptyset$ (아무것도 하지 않는다)처럼 생각하는 것과 같다. 위의 추론을 예를 들어서 사용하면서 리스크관리를 설명한다. 지식 베이스를 아래처럼 나타낸다고 볼수있다.

●fact set (F)  
 $injection(X) :- content(X) \wedge distilled\_water \wedge do\_injection.$   
 .....

●hypothesis base (H)  
 $content(X).$   
 $do\_injection.$   
 $do\_inspection.$   
 $do\_DIV.$   
 $....'distilled\_water.$   
 $Diamo\ x.$   
 $Minomycin.$   
 ....

그리고, 실험연구의 간호업무창조적지식추론지원시스템에 따라서,  $do\_injection$  이나  $distilled\_water$ 는 모니터시스템에 따라 검출가능하다고 상정한다. 여기에서, 간호업무의 최종목표(ideal\_observation)을  $injection(Diamo\ x)$ 이라고 한다면, 아래의 추론모델이 성립한다.

$F U h1\ V= injection(Doamo\ x).$   
 $h1=distilled\_water \vee do\_injection.$

보통 가설추론에서는  $h1$ 은 H에서 선택되는 것이지만, 여기서는 실제로 상황을 반영하여 모니터에서 얻어진다. 위의 경우,  $injection(Doamo\ x)$ 은  $h1$ 만으로는 설명해낼 수 없으므로, 이하에 나타내는  $h2$ 가 H에서 abductive하게 생성된다. 즉, ideal\_observation

을 설명하기 위해서는,  $Doamo\ x$ 가 필요한 가설로서 선택되어지는 것이다.

$F U h2 \models injection(Diamo\ x).$   
 $h2 = Doamo\ x \vee h1.$

이 경우, 간호관리 시스템은, “Diamox를 혼합할 수 없습니다”라고 경고가 난다. 한편, 처음부터 이처럼 추정을 설명할 수 있는, 경고를 해야 할 필요는 없다. 본 시스템에서는, 특히 자주 발생하지 않는 간호에러의 경우는, 경고에 익숙해지기위한 것을 방지하기위해, 사고가 일어날 가능성이 있는 경우에만 경고를 발생하는 것으로 한다.

$F U h'1 \models injection(Diamox).$   
 $h'1= distilled\_water \vee Doamox \vee do\_injection.$

또한, H에 Diamox가 없는 경우, “무엇인지는 모르겠지만 필요한 것이 결여되어있습니다” 등의 경고를 하게된다. 그러나, CMS나 AAR 등의 abduction의 틀을 사용한다면, H에포함되어 있지 않아도, Diamox를 abduce함으로써, “Diamox가 부족합니다”등의 표시가 가능하다.

여기에 나타낸 것은 아주 간단한 모델이지만, abduction을 리스크관리모델에 이용가능토록 하는 가능성을 제시하고 있다.이처럼, 유비쿼터스 환경에서 추론즉abduction은 마음속에 숨어있어서, 적당한 자극을 줌으로써 현저하게 나타난다고 생각된다. 자극에 관해서는 관련정보를 부여하면 유비쿼터스환경에서 추론이 자극된다고 할수있다. 반대로, 우리들은 조금 어긋난 자극 쪽이 abduction의 일을 촉진 한다고 제시하였다. 어쨌든, 적당한 거리를 가진 개념이 나타내 어지면, 유비쿼터스환경에서 추론즉abduction은 촉진된다고볼수있다

### 3.결론

유비쿼터스환경에서 abduction을이용 시스템을 생성지원하는 방식을 제안하였다. abduction의,

유사한 개념과 소리를 이용함으로써, 지식 생성하는 연구프로젝트이고논문이다 컴퓨터로 자동적으로 생성하고 있기 때문에, 항상 훌륭한 지식이 생성되는 것은 아니지만, 나름대로의 지식이 자극되어, 나아가 창조적지식지원이 되고 있지 않을까, 생각된다. “엇갈림”과 “유사”가 창조적 지식에 있어서 key요소라고 제시하였다. 대화 지식생성에서도 “엇갈림”과 “유사”가 key요소라고 시사하고 있다. abduction과 유사한 해(케이스)가 지식발견에 중요하다고 지적하였다. 즉, 지식발견에서의 abduction의 역할은, 장래에 중요한 현상을 일으킬 가능성을 잠재한 요소를 이론적으로 발견하고 시사함에 있고, 유사현상은 지식의 세부보정과 확인이가능하다. abduction은, 앞에서 말했듯이, 관측이 필요하지만, 지식발견의 문맥에서는, 관심이 있는 관측만을 대상으로 하고있기 때문에, 일어날 법한, 혹은 일어나길 원하는 관측에서의 abduction에 의해 달성된다고 할수있다. 한편, 창조, 발상지식이라고 하는 활동은 반드시 장래예측을 필요로 하지 않고, 설정도 하지 않았다고 생각된다. 그러나, “이상”과 같은 설정은, 그것을 관측에 넣을 수 있다면, 창조적 지원, 발상지식지원의 가능성을 가질 수 있게된다고 생각된다. 우리들은 창조적 지식지원, 발상지원은 “유사”의 측면에서만 다루어왔지만, 창조적지식에서 문맥이 발견되므로서, 이상상태와 같은 관측이 얻어질 것 이라고 생각한다. 즉, abduction에 의한 창조적지식지원의 열쇄는 적절한 이상상태의 측정 및, 적절한 거리의 “빚나감” 혹은 “관련성”을 가지는 유사해에 의한 창조성의 자극이라고 생각되어진다. 게다가, abduction과 방법도, 당연히 중요한 요소가 될 것이라 생각된다. abduction은 유비쿼터스환경에서 Peirce의 분류된 추론 속에서 가장 창조적지식과 친화성이 높은 추론이다. 인간의 뇌로 abduction을 할 경우, 무제한 메모리의 이용, 무제한 가능성의 열거를 할 수가 있다. 따라서, abduction은 인간의 지식활동 등에서 중요한 위치를 차지하고 있다. 그렇지만, 메모리, 파워 등의 한정된 자원을 사용하는 컴퓨터로는

제약이 주어져왔다. 최근 컴퓨터의 고성능화를 가지고 일을 하여도 인간의 뇌에는 전혀 미치지 못한다. 그렇지만, 이러한 상태에서도 컴퓨터이용 창조적지식지원을 할 경우, 본 논문의실험이 아주 중요해질 것이라고 생각된다.

## 참고문헌

- [1] Abe A.: Applications of Abduction, Proc. of ECAI98 Workshop on Abduction and Induction in AI, pp.12-19(1998)
- [2] Abe A.: Computational Generation of Affective Phrase, Proc. of SCI2002, Vol. XVI, pp. 261-266(2002)
- [3] MIT Oxygen Project, <http://oxygen.lcs.mit.edu/>.
- [4] A. Smailagic et al "Towards Context Aware Computing." IEEE Intelligent Systems, vol 6, no. 3, May/June 2001, pp. 38-46
- [5] R.Want, K. Fishkin, B.Harrison, "Bridging real and virtual worlds with electronic tags", Technical report, Xerox Palo Alto Research Center, Palo Alto, CA. 1999
- [5]정창덕, 유비쿼터스 IT경영, 양서각 2003
- [6] Abe A.: User's interests change as Chance Discovery, Proc. of KES2002, pp. 1291-1295(2002)
- [7] Abe A.: The Role of Abduction in Chance Discovery, New Generation Computing, Vol. 21, no.1, pp.61-71(2003)
- [8] Abe A.:Abduction and Analogy in Chance Discovery, Chance Discovery (Osawa Y. and McBurney P. eds.), Chap. 16, pp231-248, springer Verlag(2003)
- [9] 아베: 발상적추론과 찬스발견, in 찬스발견의 정보기술 (오사와 편저), 제8장, 도쿄전기대학출판국(2003)
- [11] 코쿠도 스스무[가설추론, 인공지능학회지, Vol. 2-1, pp22-29(1986)
- [12] 카네스키 토모코, 마츠자와 카즈코우 and 카사하라 카나메: 어바웃추론의 “말 놀이”로의 적용, 신학회기보, NLC96-31(1996)
- [13] Moody R. A.: Why humor Works, in Laugh after Laugh - The Healing Power of Humor, pp. 107-115(1978) imago, vol. 6-3, pp.147-153, 청토사 (1995)