형식개념분석을 위한 자동화 도구의 개발과 의료분야에서의 적용사례

김 홍 기[†] · 강 유 경[††] · 황 석 형[†††] · 김 동 순[††††]

요 약

형식개념분석기법(FCA:Formal Concept Analysis)은 대상 도메인의 데이터를 사용자의 관점과 해석을 바탕으로 개념화함으로서 필요한 정보의 추출과 접근을 제공하기 위한 기법으로서 다양한 분야에서 널리 사용되고 있다. 그러나, 기존의 형식개념분석기법 지원 도구들은 대부분 객체와 속성간의 관계를 나타낸 One-valued context에 대한 분석만을 중점적으로 지원하고 있고, 다종다양한 값을 갖는 데이터들로 구성된 Many-valued context에 대한 분석을 충분히 지원하지 못하고 있다. 따라서, 본 논문에서는 다양한 값을 갖는 입력 데이터를 사용자의 목적에 맞도록 해석하여 간결화하기 위한 스케일링(Scaling) 알고리즘과 입력 데이터들로부터 개념을 추출하여 계층구조화하기 위한 알고리즘을 제안한다. 이와 같은 연구결과를 토대로 개념분석과 계층구조화를 위한 자동화 도구(FCA Wizard)를 개발하여, 실제 의료 분야에서의 적용사례를 소개한다.

키워드 : 형식개념분석기법, 개념계층구조, 스케일링, 임상데이터

The Development of an Automatic Tool for Formal Concept Analysis and its Applications on Medical Domain

Hong-Gee Kim[†] · Yu-Kyung Kang[††] · Suk-Hyung Hwang[†††] · Dong-Soon Kim[††††]

ABSTRACT

For extracting and processing information explicitly from given data, Formal Concept Analysis(FCA) is provided a method which is widely used for data analysis and clustering. The data can be structured into concepts, which are formal abstractions human thought allowing meaningful comprehensible interpretation. However, most FCA tools mainly focus on analyzing one-valued contexts that represent objects, attributes and binary relations between them. There are few FCA tools available that provide scaling and analyzing many-valued contexts representing objects, attributes and relations with attributes' values. In this paper, we propose not only a scaling algorithm for interpreting and simplifying the multivalued input data, but also an algorithm to generate concepts and build concept hierarchy from given raw data as well. Based on these algorithms, we develop an automatic tool, FCA Wizard, for concept analysis and concept hierarchy. We also present FCA Wizard based applications in medical domain.

Key Words : Formal Concept Analysis, Concept Hierarchy, Scaling, Clinical Data

1. 서 론

형식개념분석기법은 도메인 내의 다양한 데이터들로부터 객체(Object)와 속성(Attribute)들을 추출하고, 이들 사이의 포함관계를 파악하여 개념(Concept)을 생성하고 개념계층구조(Conceptual hierarchy)를 구축하기 위한 수학적 분석기법이다[1-4]. 최근에는 객체지향 도메인모델링의 중추적 역할을 하는 개념계층구조, 즉, 클래스계층구조를, 형식개념분석기법에서 제공하는 개념격자(Concept Lattice)를 기반으로 구축하기 위한 기법이 제안되었다[5]. 또한, Gu Tao는 온톨로지의 계층적 개념 트리의 구축을 돕기 위해 형식개념분석기법을 사용하는 방법을 제안하였다[6]. 뿐만 아니라 의학 및 바이오인포메틱스, 사회과학, 소프트웨어공학, 온톨로지공학 등의 분야에 널리 적용되기 시작하고 있다[7-14].

형식개념분석기법을 이용함으로서, 특정 분야의 전문가나 지식 공학자들에 의해서 많은 시간과 노력을 투입하여 작성되었던 계층적 개념구조를 보다 수월하게 작성할 수 있으며, 이를 지원하기 위한 지원도구들(Concept Explorer, Galicia,

※ 본 논문은 "보건복지부 용어 표준화지원도구 및 온톨로지 기반의 EHR 상호운용기술개발과제(과제번호:A05-0909-A80405-05N1-00050B)"에 의하여 연구되었음.
† 정 회 원 : 서울대학교 치과대학 조교수
†† 준 회 원 : 선문대학교 컴퓨터정보학과 박사과정
††† 종신회원 : 선문대학교 컴퓨터정보학부 부교수
†††† 준 회 원 : 선문대학교 전자계산학과 석사과정
논문접수 : 2006년 8월 3일, 심사완료 : 2006년 10월 23일

ToscanaJ, etc)이 개발되었다[15-22]. 그러나, 이러한 지원도구들은 One-valued context만 처리 가능하며, ToscanaJ와 Galicia는 Many-valued context 처리를 지원하지만 ToscanaJ에서는 Context 직접 입력이 불가능하고, Galicia는 각 속성의 특성에 맞게 속성 별로 스케일링 할 수 없는 단점을 가지고 있다. 따라서 본 논문에서는 일종의 개념적 클러스터링 기법으로서 널리 각광받기 시작한 형식개념분석기법을 소개하고, 형식개념분석기법을 이용하여 보다 수월하고 용이하게 계층적 개념 구조를 구축하기 위해 형식개념분석기법의 기본적인 정의들과 정리를 토대로 Many-valued context와 스케일링을 지원하는 FCA Wizard를 개발하였다. 또한, FCA Wizard의 유용성을 검증하기 위하여, 실제로 OO대학병원의 의료 문서들 중에서 한사람에 대한 혈액가스검사, 말초혈액검사, 일반화학검사 결과에 FCA Wizard를 적용한 실험을 실시하고 그 결과를 분석해 보았다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 형식개념분석기법의 소개와 정형화된 계층적 개념구조의 구축 알고리즘과 스케일링 알고리즘에 대해 설명하고, 3장에서는 Many-valued context와 스케일링을 처리하기 위해서 본 연구에서 개발된 FCA Wizard에 대해서 소개한다. 그리고 4장에서는 본 연구에서 개발된 FCA Wizard의 유용성을 검증하기 위하여 실제 의료분야에서의 적용사례와 치과 교정학 분야에서 사용되고 있는 FCA Wizard 기반의 임상의사결정지원시스템(Clinical Decision Support System) 개발 사례를 소개하고, 5장에서는 결론과 향후 연구과제에 대해서 설명한다.

2. 형식개념분석기법

형식개념분석기법은 개념격자라는 수학적 모델을 기반으로 하는 데이터분석기법의 일종으로서, 개념적인 데이터분석과 knowledge processing분야의 제반문제들에 대한 수학적 해법을 제공하고 있다.

[정의 1] (Formal context[2])
Formal context K=(G, M, I)는 객체들의 집합 G와 속성들의 집합 M, 그리고 G와 M사이의 이항관계 $I \subseteq G \times M$로 구성된다. 즉, G와 M의 원소들은 각각 해당 Formal context의 객체들과 각 객체들이 가질 수 있는 속성들을 나타낸다. 또한, 어떤 객체 g가 속성 m을 가지고 있을 경우, gIm 또는 $(g, m) \in I$ 로 나타내며, g는 m을 갖는다는 것을 의미한다.

Formal context는 형식개념분석기법의 기본이 되는 구조로서, cross table 형태로 나타낼 수 있으며, 해당 표의 행과 열의 헤드부분은 각각 Formal context를 구성하는 객체들과 속성들로 구성된다. 또한, table의 각 셀에 대해서는, 해당 셀에 관련된 객체와 속성이 이항관계 I를 만족할 경우에는 X표시하고, 이외의 경우에는 빈 공란으로 남겨둔다. <표 1>은 질병들을 객체 G로 SNOMED(Systematized Nomenclature of Medicine)[23] 용어를 속성 M으로 하여, 질병과 SNOMED 용어들 간의 관계를 나타낸 Formal context의 예이다[9].

이와 같은 Formal context로부터 개념들을 추출할 수 있다. 각 개념들은 (O, A)와 같은 형태의 쌍(pair)으로 정의되며, 보다 정형적인 정의는 다음과 같다.

[정의2] (Formal concept[2])
임의의 Formal context K=(G, M, I)에 대하여, $O \subseteq G$, $A \subseteq M$일 때, intent(O)=A ∧ extent(A)=O를 만족하는 (O, A)를 개념(formal concept)이라고 한다. 단, intent(O):={a∈M|∀o∈O:(o, a)∈I}, extent(A):={o∈G|∀a∈A:(o, a)∈I}.

임의의 $O \subseteq G$에 대하여, intent(O)에 의해 O의 모든 객체들이 공통적으로 갖는 속성들의 집합을 구할 수 있다. 예를 들면, 위의 <표 1>의 context에 있어서, O={acute gastric ulcer, chronic callous gastric ulcer}에 대하여, intent(O)= {stomach, ulcer}이다. 한편, 임의의 $A \subseteq M$에 대하여, extent(A)에 의해 A의 속성들을 갖는 객체들의 집합을 구할 수 있다. 예를 들면, A={stomach, chronic}에 대하여, extent(A)={chronic callous gastric ulcer, chronic gastritis}이다.

즉, 각 개념들은 (O, A)와 같은 형태의 쌍(pair)으로 정의되며 특히, 객체집합O는 속성집합A의 extent이며, 동시에, 속성집합A는 객체집합O의 intent가 된다. 이와 같은 방법으로 formal context K=(G, M, I)로부터 추출한 모든 개념들의 집합을 B(K)로 나타내며 다음과 같이 정의한다. $B(K) := \{(O, A) \in 2^G \times 2^M \mid \text{intent}(O)=A \wedge \text{extent}(A)=O\}$. 질병과 SNOMED 용어에 대한 formal context(표 1)로부터 추출한 모든 개념들 B(K)는 <표 2>와 같다.

위와 같이 주어진 formal context로부터 추출된 개념들은 extent 또는 intent를 토대로 상위-하위개념관계(일종의 순서관계)를 정의할 수 있다.

[정의3] (Superconcept-Subconcept relation[2])
주어진 formal context의 임의의 개념 임의의 개념 (O_1, A_1),

〈표 1〉 질병과 SNOMED 용어에 대한 Formal context

	stomach	ulcer	inflammation	acute	chronic	callosity
ulcer of esophagus		×				
acute gastric ulcer	×	×		×		
chronic callous gastric ulcer	×	×			×	×
acute gastritis	×		×	×		
chronic gastritis	×		×		×	

〈표 2〉 표1의 context로부터 추출한 개념들

Concept	Extensions	Intensions
C_1	∅	{stomach, ulcer, inflammation, acute, chronic, callosity}
C_2	{acute gastritis}	{inflammation, acute, stomach}
C_3	{chronic gastritis}	{inflammation, chronic, stomach}
C_4	{acute gastric ulcer}	{acute, ulcer, stomach}
C_5	{chronic callous gastric ulcer}	{callosity, chronic, stomach, ulcer}
C_6	{acute gastritis, chronic gastritis}	{inflammation, stomach}
C_7	{acute gastritis, acute gastric ulcer}	{acute, stomach}
C_8	{chronic gastritis, chronic callous gastric ulcer}	{chronic, stomach}
C_9	{acute gastric ulcer, chronic callous gastric ulcer}	{stomach, ulcer}
C_{10}	{acute gastritis, chronic gastritis, acute gastric ulcer, chronic callous gastric ulcer}	{stomach}
C_{11}	{acute gastric ulcer, chronic callous gastric ulcer, ulcer of esophagus}	{ulcer}
C_{12}	{acute gastritis, chronic gastritis, acute gastric ulcer, chronic callous gastric ulcer, ulcer of esophagus}	∅

$(O_2, A_2)\in B(K)$에 대하여, "상위-하위개념"관계 $(O_1, A_1)\leq (O_2, A_2)$는 일종의 반 순서관계(partial order relation)로서 다음과 같이 정의된다.

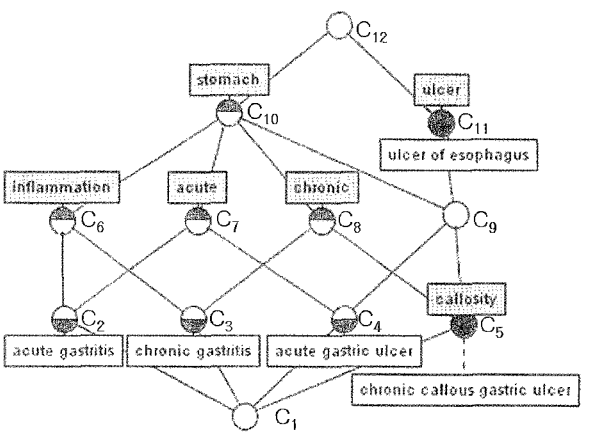
$$(O1, A1)\leq(O2, A2) \Leftrightarrow O1\subseteq O2(\Leftrightarrow A1\supseteq A2).\blacksquare$$

formal context K=(G, M, I)로부터 만들어진 모든 개념들 간의 상위-하위개념관계≤는 일종의 반순서관계(partial order relation)에 해당하며, 개념들과 그들 사이의 상위-하위개념관계에 의해 만들어진 계층적 개념구조(Concept hierarchy)를 개념격자(Concept Lattice 또는 Galois Lattice)라고 부르고 $L:=(B(K), E_{\leq})$과 같이 표현한다. 이와 같은 개념격자를 Hasse Diagram을 사용하여 가시화할 수 있다((그림 1) 참조).

형식개념분석기법의 제반정의들을 토대로 주어진 formal context로부터 개념들을 추출하고 상위-하위개념관계를 파악하여 개념격자구조를 생성하기 위한 알고리즘을 다음과 같이 개발하였다.

Algorithm 1 GenerateConcepts and BuildConceptLattice

```
// INPUT : a formal context K := (G, M, I)
// OUTPUT : Concept Lattice L := (B(K), E≤)
for all g∈G do
   B(K) ← B(K) ∪ (extent(intent(g)), intent(g));
end for
for all c∈B(K) do
   for all g∈(G-extent(c)) do
      X ← extent(c) ∪ {g};
      if (extent(intent(X)), intent(X)) ∉ B(K) then
         B(K) ← B(K) ∪ (extent(intent(X)), intent(X));
      end if
   end for
end for
for all c1∈B(K) do
   for all c2∈B(K)-{c1} do
      if (c1 ≤ c2)∧(∄c3 ∈ B(K)-{c1, c2}[(c1 ≤ c3)∧(c3 ≤
         c2)]) then
         E≤ ← E≤ ∪ {(c1, c2)};
      end if
   end for
end for
```



(그림 1) 〈표 1〉의 context에 대한 개념격자

개념격자를 나타낸 Hasse Diagram에서는, 각 개념들과 이들 사이의 상하위관계가 링크에 의해 표시되며, 특히, 개념들 간의 링크에 의해 만들어지는 경로에 의해 상위개념으로부터 하위개념으로 속성들이 상속되며, 하위개념으로부터 상위개념으로 해당 객체들이 전파된다. 예를 들어, 만성경화성위궤양(chronic callous gastric ulcer)은 고유속성으로 변지(callosity)를 갖고 있으며, 상위개념들로부터 궤양(ulcer), 위(stomach), 만성(chronic)과 같은 속성을 상속받는다. 한편 위(stomach)를 속성으로 갖는 객체로서는 급성위염(acute gastritis), 만성위염(chronic gastritis), 급성위궤양(acute gastric ulcer), 만성경화성위궤양이 됨을 알 수 있다. 이와 같은 방법을 사용함으로써, 주어진 문제영역의 객체들과 이들이 갖는 속성들을 context형태로 파악하여, 개념을 추출하고 개념격자형태로 나타냄으로써, 도메인 내의 개념들을 분류하고 체계화 할 수 있는 계층적 개념구조를 수월하게 구축할 수 있다.

3. FCA Wizard의 개발

앞 절의 제반 정의들을 이용하여 형식개념분석을 자동화

하기 위한 도구로써 ConExp, Galicia, ToscanaJ[15-22]등이 개발되어있으나 대부분 2진형태의 속성을 표현한 One-valued context만 처리 가능하다. 즉, 다양한 속성 값을 표현한 Many-valued context를 처리하는 기능은 갖추고 있지 않다. 따라서, 본 절에서는 Many-valued context 및 이에 대한 스케일링을 소개하고, 이와 같은 기능을 지원하는 FCA Wizard에 대해서 설명한다.

3.1 Many-valued context와 스케일링

형식개념분석기법은 여러 가지 다양한 값을 가지는 속성들과 객체들, 그리고 객체와 속성 사이의 관계를 나타내는 데이터에도 적용될 수 있다. 예를 들어, "color"라는 속성은 "red", "green" 또는 "white" 등과 같은 다양한 값들을 가질 수 있다. 이러한 속성들을 many-valued attributes라고 부르고 many-valued attributes를 포함한 context를 many-valued context라고하며 정의는 다음과 같다.

[정의 4] (Many-valued context[2])
Many-valued context K=(G, M, W, I)는 객체들의 집합 G와 속성들(Many-valued Attributes)의 집합 M, 속성의 값 W, 그리고 G와 M과 W사이의 관계 $I \subseteq G \times M \times W$로 구성된다.

즉, G와 M의 원소들은 각각 해당 context의 객체들과 각 객체들이 가질 수 있는 속성들, 그리고 그 속성의 값들을 나타낸다. 또한, 어떤 객체 g가 속성 m을 가지고 있고 그 속성의 값이 w인 경우, $(g, m, w) \in I$ 또는 m(g)=w로 나타내며, 객체 g는 w 값을 가지는 속성 m을 갖는다는 것을 의미한다.

Many-valued context도 One-valued context와 같이 테이블로 나타낼 수 있으며, 테이블의 각 셀에는 "X"표시 대신 해당 객체가 갖는 속성들의 값을 표시한다(<표 3> 참조).

이와 같은 Many-valued context로부터 개념들을 추출하고 개념격자를 구성하기위해서는 특정한 규칙에 따라 Many-valued context를 One-valued context로 변환할 필요가 있다. 이와 같이 변환된 one-valued context를 derived context라고 부르며 이러한 변환과정을 스케일링이라고 한다. 스케일링을 수행하기 위해서, Many-valued context의 각 속성들은 scale context를 토대로 해석되어 One-valued context로 변환된다.

<표 3> 혈액가스검사에 대한 Many-valued Context

Test items / Date	pH	pCO2	pO2	HCO3	O2SAT
20041210(01:54)	7.383	37.7	420.4	22.2	99.3
20041210(04:03)	7.358	44.7	190.2	24.9	99.0
20041210(16:52)	7.346	48.2	148.1	25.8	98.0
20041211	7.426	37.1	81.1	24.0	97.0
20041212	7.411	42.7	74.6	26.6	95.5
20041213	7.423	36.9	81.3	23.7	96.5
20041214	7.437	39.0	103.2	25.7	98.0

(pH normal range: 7.350~7.450, pCO2 normal range: 35.0~48.0, pO2 normal range: 83.0~108.0, HCO3 normal range:21.0~28.0, O2SAT normal range:95.0~98.0)

[정의 5] (Scale context[2])
Many-valued context의 속성 m에 대한 (conceptual) scale context는 $S_m:=(G_m, M_m, I_m)$로 정의된다. 단, $m(G) \subseteq G_m$. scale context의 객체들은 스케일 값(scale values), 속성들은 스케일 속성(scale attributes)이라고 부른다.

주어진 Many-valued context를 각 속성의 특성에 맞게 작성된 scale context에 의해 one-valued context로 변환하기 위한 알고리즘을 다음과 같이 개발하였다.

Algorithm 2 Scaling

```
// INPUT : a many-valued context K := (G, M, W, I),
//         scale contexts Si :=(Gi, Mi, Ii)
// OUTPUT : Derived one-valued context D := (GD, N, J)
GD = G, N=∅, J=∅;
for i = 1 ··· |M|
   for all g∈G do
      if ∃w∈W, m∈M, mi∈Mi[(g, m, w) ∈ I ∧ (w, mi) ∈
         Ii] then
         J = J ∪ {(g, mi)};
      end if
   end for
   M̄i = {i}×Mi;
   N = N ∪ M̄i;
end for
```

스케일링을 수행할 경우, 스케일링하고자 하는 속성의 특성에 따라 scale context를 작성하여 이용한다. 예를 들어, <표 3>과 같은 Many-valued context의 속성들 중에서 pCO2와 pO2 속성 각각에 대하여 <표 4>의 scale context (SpCO2와 SpO2)를 적용하여, 손실된 정보 없이 <표 5>와 같은 One-valued context로 변환 할 수 있으며, 이를 토대로 FCA Wizard에 의해 (그림 2)와 같은 개념계층구조를 구축할 수 있다.

<표 5> <표 3>에 대한 스케일링 적용 결과

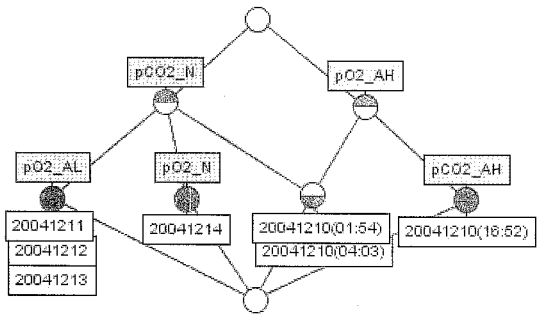
	pCO2			pO2		
	AL	N	AH	AL	N	AH
20041210(01:54)		X				X
20041210(04:03)		X				X
20041210(16:52)			X			X
20041211		X		X		
20041212		X		X		
20041213		X		X		
20041214		X			X	

<표 4> pCO2와 pO2의 Scale Context

SpCO2	AL	N	AH
<35.0	X		
35.0≤pCO2≤48.0		X	
>48.0			X

SpO2	AL	N	AH
<83.0	X		
83.0≤pO2≤108.0		X	
>108.0			X

(AL=Abnormal Low, N=Normal, AH=Abnormal High)



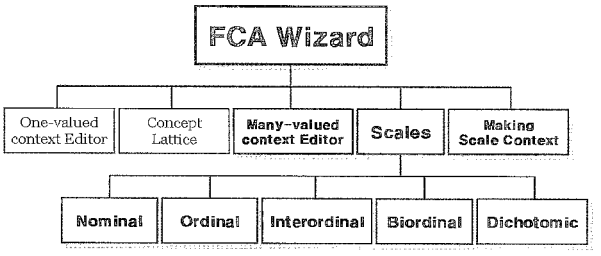
(그림 2) <표 5>에 대한 개념격자

3.2 FCA Wizard의 구축

형식개념분석을 지원하는 도구로써는 ConExp, Galicia, ToscanaJ[15-22]등이 개발되었으며, many-valued context 처리 가능한 도구로는 Galicia[21]와 ToscanaJ[22]가 있다.

그러나, ToscanaJ를 사용하여 many-valued context를 처리하기 위해서는 ToscanaJ에서 인식할 수 있는 특정 파일 형태(Access, Excel, JDBC, etc)로 many-valued context를 만들어야 하며 스케일링 실시 후에는 derived context를 제공하지 않는 단점이 있다. 또한, Galicia는 many-valued context를 직접입력 할 수는 있지만, 사용법이 복잡하고 context 전체를 한 종류의 scale context로만 스케일링해야만 하는 제약이 있다. 즉, 각 속성의 특성에 맞게 scale context를 선택하여 속성 별로 스케일링 할 수 없는 단점을 가지고 있다. 한편, ConExp[15]는 many-valued context를 처리하기 위한 기능은 제공하지 않지만 가장 기본적인 one-valued context 편집 기능 및 탁월한 개념격자 가시화 기능을 제공하며 사용법이 간단하고 오픈소스로 제공되고 있다. 따라서, 본 연구에서는 ConExp를 기반으로 ToscanaJ와 Galica의 단점을 보완하여 Many-valued Context 편집과 스케일링, 그리고 개념격자 가시화 등을 지원하는 FCA Wizard를 개발하였다.

FCA Wizard는 (그림 3)과 같이, one-valued context 편집기능, 개념격자 가시화 기능뿐만 아니라, many-valued context 편집기능과 다양한 스케일링 기능 등을 제공한다. 즉, FCA Wizard는 many-valued context 직접 입력이 가능하고 다양한 스케일링을 수행하기 위한 5종류의 스케일 패턴을 제공함으로서 각 속성의 특성에 맞게 속성 별로 scale을 선택하여 스케일링 할 수 있다. 또한, 스케일링 후 자동으로 derived one-valued context를 생성하고 derived one-valued context로부터 개념들을 추출하여 개념격자를 구성하여 가시화해 준다.



(그림 3) FCA Wizard의 기능 구성도

3.3 기존 형식개념분석 도구와의 기능 비교

형식개념분석 자동화 도구로는 Mail-Sleuth, Docco, ConImp, Lattice Drawing Software, Formal Concept Calculator, GaLicia, ToscanaJ[16-22] 등이 있으며, 이와 같은 기존의 형식개념분석 도구들의 특징을 분석하여 본 연구에서 개발한 FCA Wizard의 기능 및 장단점을 비교하여 다음과 같이 정리하였다(<표 6> 참조).

특히, 본 논문의 실험 데이터에 대하여, <표 6>에 열거한 형식개념분석 도구들[16-22]에 적용하고자 했으나 참고문헌[16-22]의 도구들에서는 Many-valued Context 입력 및 스케일링 기능을 제공하지 않거나, 일부 제한적으로만 제공하고 있다. 따라서, 본 연구에서 개발한 FCA Wizard는 Many-valued Context의 입력과 편집기능을 제공할 뿐만 아니라, 다양한 스케일링 기능을 충분히 제공함으로서 어떠한 형태의 데이터에 대해서도 적용할 수 있는 장점을 가지고 있다. 따라서, 기존의 형식개념분석 도구들에 비하여 현격한 사용자 편의성과 보다 넓은 응용성을 제공하고 있다.

4. FCA Wizard의 적용 사례

본 연구에서 개발된 FCA Wizard의 유용성을 검증하기 위하여 실제 의료분야에서의 적용사례를 소개한다. 또한, 치과 교정학 분야에서 사용되고 있는 FCA Wizard 기반의 임상의사결정지원시스템 개발 사례를 소개한다.

4.1 임상데이터 분석 사례

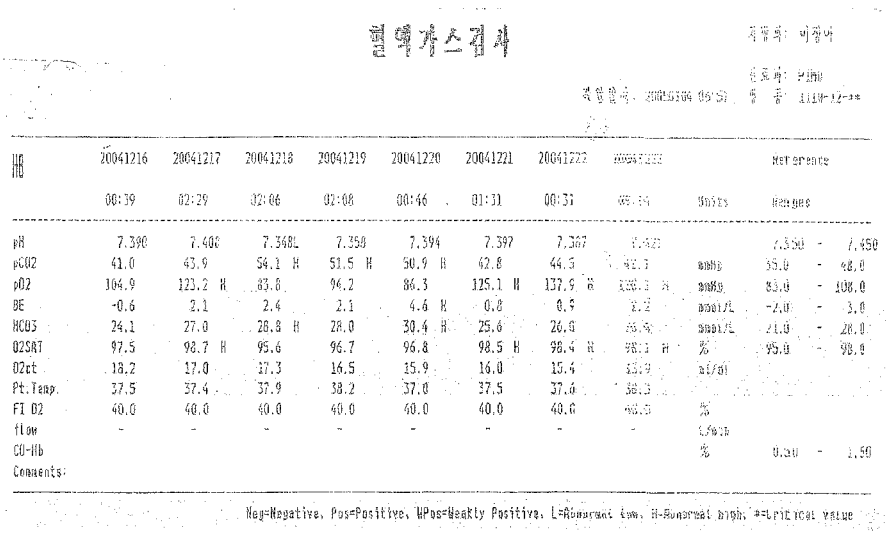
FCA Wizard를 이용하여 OO대학병원에서 실제로 사용되고 있는 의료 문서들 중에서 임의로 추출한 한 환자에 대해 2004년 12월 10일부터 14일 사이에 시행한 혈액가스검사(ABGA:Arterial Blood Gas Analysis)와 2004년 12월 9일부터 23일 사이에 시행한 말초혈액검사(CBC:Complete Blood Count) 그리고 2004년 12월 9일부터 27일 사이에 시행한 일반화학검사(Electrolyte) 결과를 대상으로 형식개념분석기법을 적용한 실험을 수행하였다.

현재 임상에서 사용되고 있는 혈액가스검사 결과지(그림 4)는 혈액가스검사를 시행한 날짜와 검사 항목들 그리고 각 항목에 대한 검사 결과 수치를 나타내며 각 항목의 정상 범위(Reference Ranges)에 대한 정보를 제공한다.

(그림 5)는 FCA Wizard에서 Many-valued Context 형태로 혈액가스검사 결과를 입력하는 화면으로서, 객체들은 혈액가스검사를 시행한 날짜들이며 속성들은 혈액가스검사 항목들 중 일부인 pH, pCO2, pO2, HCO3, O2SAT이다. (그림 5)에서는 지면부족으로 인하여 전체자료 중 일부분만을 나타내고 있다. 만약, 대량의 데이터를 처리해야 할 경우 직접 데이터를 입력하지 않고 CSV(Comma Separated Values) 파일 형태로 저장하여 FCA Wizard에서 쉽게 로드하여 처리 할 수 있다.

〈표 6〉 FCA Wizard와 기존에 개발된 형식개념분석 도구의 기능 비교 분석

	특징	공개여부
Mail-Sleuth [16]	◦ Outlook XP에 plug-in되어 지정된 분류 별로 분석된 email을 형식개념분석기법을 적용하여 개념격자로 가시화하여, 원하는 정보를 추출 ◦ 개념격자의 Zooming 기능 제공 ◦ nested line diagram 제공 ◦ Context 편집 불가능 ◦ Many-valued context 처리 기능 및 스케일링 기능 없음	◦ 상용소프트웨어
Docco[17]	◦ 키워드 검색 시 인덱싱한 로컬 파일 검색 결과를 개념격자로 가시화 ◦ Context 편집 불가능 ◦ Many-valued context 처리 기능 및 스케일링 기능 없음	◦ open source
ConImp[18]	◦ one-valued context 및 three-valued context 편집 기능 제공 ◦ Implication 기능 제공 ◦ Dos용 프로그램 ◦ 개념격자 가시화 기능 없음 ◦ Many-valued context 처리 기능 및 스케일링 기능 없음	◦ freeware
Lattice Drawing Software[19]	◦ one-valued context 편집 기능 제공 ◦ 개념격자를 다양한 형태로 가시화 해주는 기능 제공 ◦ Context를 지정된 특수한 형태의 파일 형식으로 작성하여 입력해야만 처리가능 ◦ Many-valued context 처리 기능 및 스케일링 기능 없음	◦ open source
Formal Concept Calculator[20]	◦ 웹에서 동작 ◦ one-valued context 편집 기능 제공 ◦ 개념격자 가시화 기능 제공 ◦ Many-valued context 처리 기능 및 스케일링 기능 없음	◦ freeware
GaLicia[21]	◦ one-valued context 및 many-valued context 편집 기능 제공 ◦ 스케일링 기능 제한적으로 제공(Nominal Scale, Dichotomic Scale, Specify a Scale Relation) ◦ derived one-valued context 제공 ◦ Relation Concept Analysis 기능 제공 ◦ 개념격자 가시화 및 Zooming 기능 제공 ◦ 각 속성의 특성에 맞게 스케일링 할 수 없음 ◦ 각 속성에 대한 derived one-valued context의 개념격자 제공하지 않음	◦ open source
ToscanaJ[22]	◦ one-valued context 및 many-valued context 편집 기능 제공 ◦ 스케일링 기능 제한적으로 제공(Nominal Scale, Ordinal Scale, Interordinal Scale, Grid Scale) ◦ 각 속성의 특성에 맞게 스케일링 가능 ◦ 개념격자 가시화 기능 ◦ nested line diagram 제공 ◦ many-valued context 직접 입력 불가능(Embedded DBMS, JDBC, ODBC Source, Access File, Excel File과 같이 특정 파일 형태로 many-valued context를 만들어야만 처리가능) ◦ derived one-valued context 제공하지 않음 ◦ 개념격자 편집 불가능(Elba에서 수정해야함)	◦ open source
FCA Wizard	◦ one-valued context 및 many-valued context 편집 기능 제공 ◦ 다양한 스케일링 기능 제공(Nominal Scale, Ordinal Scale, Interordinal Scale, Biordinal Scale, Dichotomic Scale, Manual Scale) ◦ Scale context 편집 기능 제공 ◦ derived one-valued context 저장 및 표시기능 제공 ◦ 대량의 데이터를 excel(CSV)파일로 import하여 처리 가능 ◦ 개념격자 가시화 및 Zooming 기능 제공	



혈액가스검사

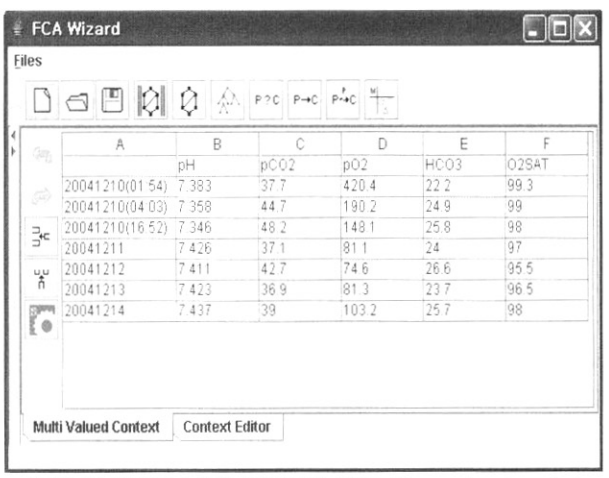
HG	20041216 00:39	20041217 02:29	20041218 02:06	20041219 02:08	20041220 00:46	20041221 01:31	20041222 00:31	Units	Reference Ranges
pH	7.390	7.400	7.368L	7.350	7.394	7.397	7.387		7.350 - 7.450
pCO2	41.0	43.9	54.1 H	51.5 H	50.9 H	42.8	44.5	mmHg	35.0 - 48.0
pO2	104.9	123.2 H	83.8	96.2	86.3	125.1 H	137.9 H	mmHg	83.0 - 108.0
BE	-0.6	2.1	2.4	2.1	4.6 H	0.8	0.9	mmol/L	-2.0 - 3.0
HCO3	24.1	27.0	28.8 H	28.0	30.4 H	25.6	26.0	mmol/L	21.0 - 28.0
O2SAT	97.5	98.7 H	95.6	96.7	96.8	98.5 H	98.4 H	%	95.0 - 98.0
O2ct	18.2	17.0	17.3	16.5	15.9	16.0	15.4	ml/dl	
Pt.Temp.	37.5	37.4	37.9	38.2	37.0	37.5	37.0		
FI O2	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	%	
flow	-	-	-	-	-	-	-	L/min	
CO-Hb								%	0.50 - 1.50
Comments:									

Neg=Negative, Pos=Positive, WPos=Weakly Positive, L=Abnormal Low, H=Abnormal High, *=Critical value

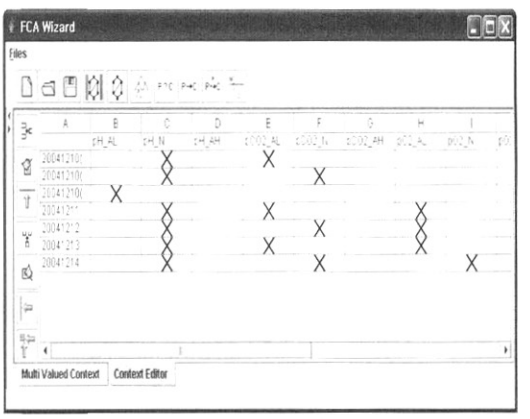
(그림 4) 혈액가스검사

이렇게 작성된 Many-valued Context를 One-valued Context로 변환하기 위해서 각 속성에 알맞은 scale context를 작성한다(그림 6참조). 혈액가스검사 결과지에 표기된 정상범위 정보를 토대로 pCO2의 정상 수치 범위는 35.0~48.0 이므로 혈액가스검사 결과 pCO2의 수치가 정상범위 안에 존재하면 N(Normal)으로 분류하고, 정상범위 보다 낮은 수치이면 AL(Abnormal Low)로 분류하며 정상범위 보다 높은 수치이면 AH(Abnormal High)로 분류하여 <표 4>의 ScaleContext를 작성하였다.

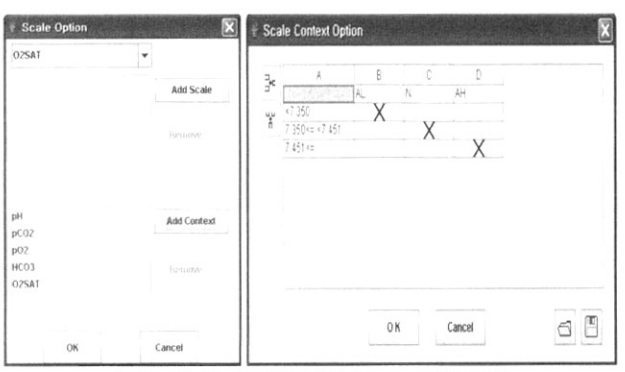
위와 같은 평가 기준을 토대로 작성된 Scale Context를 사용하여 각 항목에 맞게 스케일링을 수행함으로서 (그림 7)과 같은 One-valued Context로 변환하였다. 이를 토대로



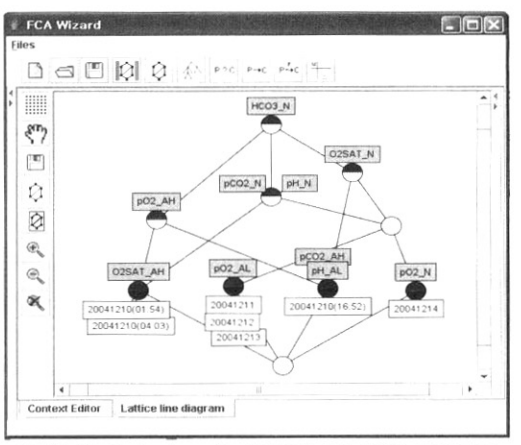
(그림 5) 혈액가스검사 데이터에 대한 Many-valued context 입력 화면



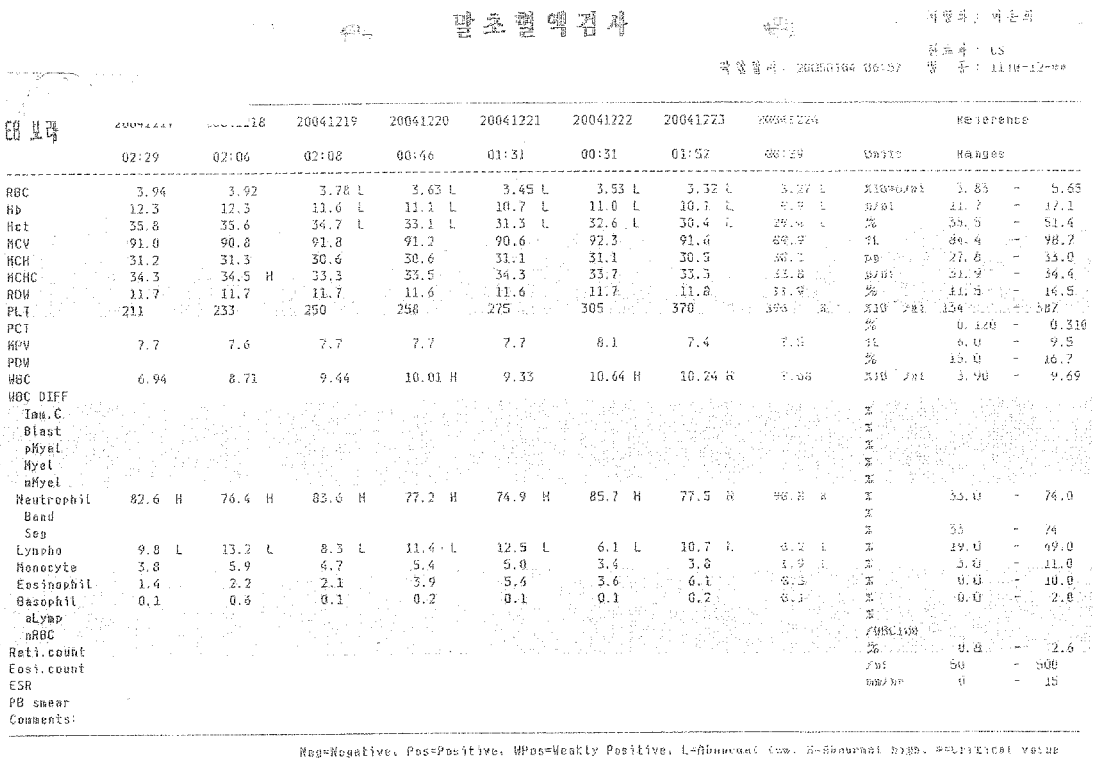
(그림 7) Derived One-valued context



(그림 6) 각 속성에 대한 Scale 선택 화면



(그림 8) Derived context로부터 개념들을 추출하여 만든 개념격자



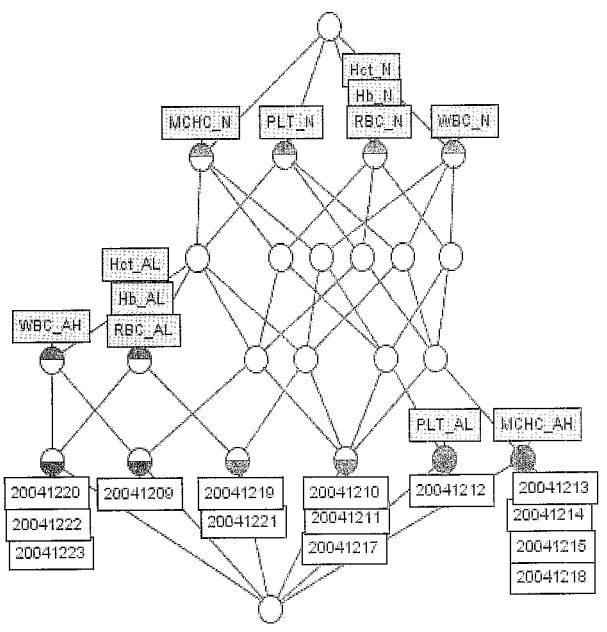
말초혈액검사

CBC 보고

	20041218 02:29	20041219 02:06	20041220 02:08	20041221 00:46	20041222 01:31	20041223 00:31	20041224 01:52	20041225 00:29	Units	References Ranges
RBC	3.94	3.92	3.78 L	3.63 L	3.45 L	3.53 L	3.32 L	3.27 L	X10^6/ul	3.83 - 5.63
Hb	12.3	12.3	11.6 L	11.1 L	10.7 L	11.0 L	10.1 L	9.9 L	g/dl	11.7 - 17.1
Hct	35.8	35.6	34.7 L	33.1 L	31.3 L	32.6 L	30.4 L	29.4 L	%	35.5 - 51.4
MCV	91.0	90.8	91.8	91.2	90.6	92.3	91.6	89.9	fl	80.4 - 98.2
MCH	31.2	31.3	30.6	30.6	31.1	31.1	30.3	30.1	pg	27.8 - 33.0
MCHC	34.3	34.5 H	33.3	33.5	34.3	33.7	33.3	33.6	g/dl	31.9 - 34.6
RDW	11.7	11.7	11.7	11.6	11.6	11.7	11.8	11.9	%	11.5 - 14.5
PLT	211	233	250	258	275	305	370	395 H	X10^3/ul	134 - 367
PCT									%	0.120 - 0.310
MPV	7.7	7.6	7.7	7.7	7.7	8.1	7.4	7.5	fl	6.0 - 9.5
PDW									%	15.0 - 16.7
WBC	6.94	8.71	9.46	10.01 H	9.33	10.64 H	10.24 H	9.56	X10^3/ul	3.90 - 9.69
WBC DIFF										
Imm.C									%	
Blast									%	
pMyel									%	
Myel									%	
nMyel									%	
Neutrophil	82.6 H	76.4 H	83.6 H	77.2 H	74.9 H	85.7 H	77.5 H	86.8 H	%	55.0 - 76.0
Band									%	
Seg									%	55 - 76
Lympho	9.8 L	13.2 L	8.3 L	11.4 L	12.5 L	6.1 L	10.7 L	8.2 L	%	19.0 - 49.0
Monocyte	3.8	5.9	4.7	5.4	5.0	3.4	3.8	3.9	%	3.0 - 11.0
Eosinophil	1.4	2.2	2.1	3.9	5.6	3.6	6.1	0.5	%	0.0 - 10.0
Basophil	0.1	0.6	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.5	%	0.0 - 2.0
aLymp									%	
nRBC									/WBC100	
Reti.count									%	0.8 - 2.6
Eosi.count									/ul	50 - 500
ESR									mm/hr	0 - 15
PB smear										
Comments:										

Neg=Negative, Pos=Positive, WPos=Weakly Positive, L=Abnormal Low, H=Abnormal High, #=Critical Value

(그림 9) 말초혈액검사



(그림 10) 말초혈액검사에 대한 개념격자

하여 개념들을 추출하여 (그림 8)과 같은 개념격자를 얻을 수 있었다. (그림 8)의 개념격자로부터, 2004년 12월 10일 16시52분에 시행한 혈액가스검사 결과, pO2와 pCO2는 정상 수치보다 높은 수치를 나타냈으며 pH는 정상 수치보다 낮은 수치 나타냈고, HCO3와 O2SAT는 정상 수치를 나타내고 있음을 쉽게 파악 할 수 있다. 또한, 2004년 12월 14일은 HCO3, O2SAT, pCO2, pH, pO2 모두 정상 수치를 나타내고 있음을 개념격자로부터 쉽게 분석해 낼 수 있다. 뿐만 아니라 pO2가 정상 수치보다 높은 수치를 나타낸 날은 2004년 12월 10일(01시 54분, 04시 03분, 16시 52분)이고, pO2가 정상 수치보다 낮은 수치를 나타낸 날은 2005년 12월 11일, 12일, 13일이며, pO2가 정상 수치를 나타낸 날은 2004년 12월 14일임을 알 수 있다.

이와 같은 방법을 말초혈액검사 결과(그림 9)와 일반화학검사 결과(그림 11)에 적용하여, 각각 (그림 10)와 (그림 12)과 같은 개념격자를 구축하였다. (그림 10)으로부터, 2004년 12월 20일, 22일, 23일에 말초혈액검사 결과는 WBC는 정상 범위 보다 높은 수치를 나타내고 있으며, Hct, Hb, RBC는 정상 범위보다 낮은 수치를 나타내고 MCHC와 PLT는 정상 수치를 나타내고 있음을 알 수 있다. 뿐만 아니라, Hct, Hb, RBC 항목의 수치가 모두 정상인 날은 2004년 12월 9일부터 18일까지이며, Hct, Hb, RBC 항목의 수치가 모두 정상 범위보다 낮은 날은 2004년 12월 19일부터 23일까지임을 개념격자로부터 쉽게 파악해 낼 수 있다.

따라서, 개념격자를 토대로 특정한 날짜에 각 검사 항목들의 결과 수치가 정상인지 비정상인지 쉽게 알 수 있으며 특정 항목의 결과 수치가 정상인 날과 비정상인 날을 파악해 낼 수 있다. 이와 같이, 의료분야의 다종다양한 실제 데이터를 토대로 FCA Wizard을 사용하여 개념격자를 구축함으로서 방대한 양의 데이터를 쉽게 분석할 수 있을 뿐만 아니라 새로운 사실이나 정보 추출이 가능하다.

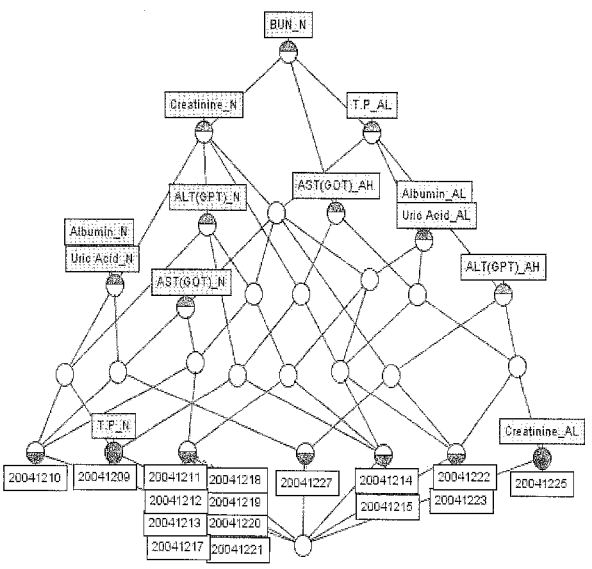
일반화학검사

검사명	20041217 02:29		20041218 02:06		20041219 02:08		20041220 00:46		20041221 01:31		20041222 00:31		20041223 01:52		20041224 00:35		Units	Reference Ranges
Glucose	121	H	108		130	H	120	H	121	H	123	H	114	H	[illegible]	H	mg/dl	70 - 110
Glu strip																	mg/dl	70 - 110
PC120Strip																	mg/dl	70 - 110
HbA1c																	%	4.0 - 5
Fructosami																	umol/L	220 - 280
BUN	14.0		13.2		18.0		15.2		15.7		17.9		19.2		[illegible]		mg/dl	8.0 - 25
Creatinine	0.6		0.6		0.6		0.6		0.6		0.5		0.5		[illegible]		mg/dl	0.5 - 1
Na	136	L	135		134	L	138		138		138		138		[illegible]		mEq/L	135 - 145
K	3.6		4.5		4.2		3.9		3.9		4.0		3.6		[illegible]		mEq/L	3.5 - 5
Cl	101		96	L	100		100		103		101		100		[illegible]		mEq/L	98 - 107
CO2	26		26		26		27		25		24		28	L	[illegible]	L	mEq/L	24 - 31
Ca	8.8	L	8.5		8.1	L	8.2	L	8.0	L	7.4	L	7.9	L	[illegible]	L	mg/dl	8.6 - 10
Ca++																	mg/dl	4.7 - 5
In.Phos	2.6	L	2.9		2.8		2.8		2.4	L	2.2	L	1.8	L	[illegible]	L	mg/dl	2.7 - 4
Mg																	mEq/L	1.5 - 2
Uric Acid	1.5	L	1.5	L	1.5	L	1.4	L	1.5	L	1.5	L	1.2	L	[illegible]	L	mg/dl	4.5 - 8
T.P	4.9	L	5.5	L	5.1	L	5.0	L	5.2	L	5.3	L	5.3	L	[illegible]	L	g/dl	6.0 - 8
Albumin	2.7	L	3.2	L	2.9	L	2.7	L	3.0	L	2.9	L	2.9	L	[illegible]	L	g/dl	3.5 - 5
T.Bil	0.6		0.8		0.9		0.6		0.5		0.7		0.6		[illegible]		mg/dl	0.2 - 1
D.B.il																	mg/dl	0.0 - 0
Alk.Phos	79		89		111		118		145	H	175	H	135	H	[illegible]		U/L	20 - 120
ALT(GPT)	31		34		35		31		34		49	H	43	H	[illegible]		U/L	8 - 41
AST(GOT)	31		40		36		36		39		72	H	49	H	[illegible]		U/L	3 - 40
r-GT																	U/L	10 - 66
Cholestero	129		130		123		119	L	109	L	119	L	105	L	[illegible]		mg/dl	120 - 220
Ammonia																	umol/L	0 - 53
R15																	%	0.0 - 10
ICG Rmax																	mg/kg/	
Amylase																	U/L	0 - 100
Fe																	mg/dl	60 - 170
TIBC																	mg/dl	250 - 450
Osmolality																	mOsm/kg	275 - 295
ADA																	U/L	7.9 - 19
Comments:											A							

Neg=Negative, Pos=Positive, WPos=Weakly Positive, L=Abnormal Low, H=Abnormal High, *=Critical value

---- C O M M E N T S ----
A Rechecked Data

(그림 11) 일반화학검사



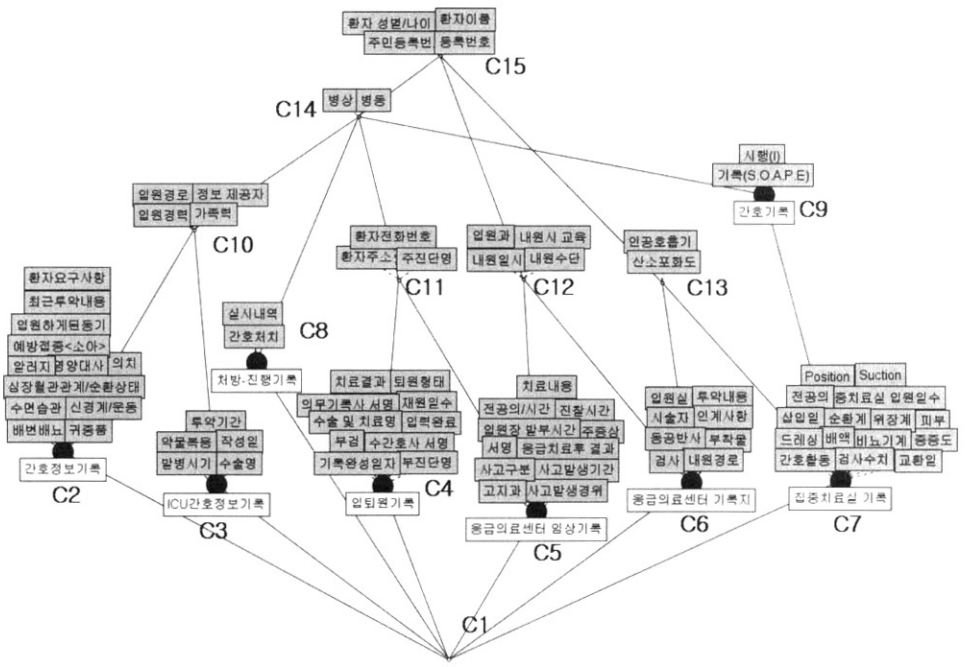
(그림 12) 일반화학검사에 대한 개념격자

4.2 임상서식지 추출 사례

병원에서 매일 발생되는 방대한 양의 임상서식지들을 체계화하기 위해서 FCA Wizard를 사용하여 임상서식지들 사이의 관계를 파악하여 체계화된 임상서식지들의 개념격자를 구축하였다[24]. 임상서식지들과 임상서식지들을 구성하고 있는 항목들 간의 관계를 formal context 형태로 파악하여 공통적인 속성들을 갖는 개념들을 추출하고 계층적 개념구조형태로 추상화함으로서, 각 임상서식지들이 공유할 수 있는 공통 항목들을 최대한 추출한 형태의 문서 체계화가 가능하다. 체계화 된 임상서식지들의 계층구조(그림 13)는, 현재 사용되고 있는 모든 임상서식지들에 대한 모듈화 및 체계적인 문서관리, 그리고 관련정보의 효율적인 검색 등을 원활하게 수행할 수 있는 기반이 될 수 있다.

4.3 FCA Wizard 기반의 임상의사결정지원시스템 개발 사례

본 연구에서 개발된 FCA Wizard를 토대로 하여, OO대치과 병원 교정학과에서 사용되고 있는 임상의사결정지원시스템[25]을 개발하였다(그림 14 참조). 치과교정학분야의 임상의사결정지원시스템은, FCA Wizard를 사용하여 환자들의 계측 수치들을 분석/분류하여 개념격자를 구축하고 의사의 임상경험과 의학지식을 추가하여 환자의 진단 및 치료 방법을 추천해주는 시스템이다. 기존에 수작업으로 이루어지던 환자 계측치 분석 및 분류 작업을 FCA Wizard를 사용하여 자동화함으로서, 환자의 계측치를 분석하는데 드는 시간과 노력을 줄일 수 있으며, 정확하게 분석된 결과를 토대로 진단과 치료방법을 추천해주기 때문에 잘못된 판단으로 발생될 수 있는 의료사고를 줄이는데 도움이 될 수 있다. 또한, 결정된 진단과 치료방법들은 최종 레포트 형태로 출력 및 저장이 가능하여, 현재 진단하고자 하는 환자와 가장 유사한 환자를 검색하여 계측치 비교 및 진단, 치료방법, 치료결



(그림 13) 체계화된 임상서식지들의 개념격자

(그림 14) 치과 교정학 분야의 임상의사결정지원시스템

과 등을 비교하여 좀 더 정확한 진단과 효율적인 치료방법을 선택할 수 있다.

5. 결론 및 향후 연구 과제

본 연구에서는 도메인에서 제공된 데이터에 대하여 형식개념분석기법을 이용하여 보다 체계적으로 데이터를 분석하고 개념계층구조를 구축/관리하기 위한 자동화도구인 FCA Wizard를 개발하였다. FCA Wizard를 사용함으로써 도메인 내의 실제 데이터들로부터 계층적 개념 구조를 수월하게 구축할 수 있으며 이미 구축된 계층적 개념구조에 새로운 개념 등을 쉽게 추가, 삭제, 변경 할 수 있다. 또한, 다종다양한 범위와 형태의 값을 갖는 데이터들을 분석할 수 있도록

many-valued context를 도입하고, 이를 스케일링 할 수 있는 기능을 제공함으로서 보다 다양하고 실제적인 데이터를 분석 할 수 있으며, 주어진 다양한 데이터로부터 유용한 정보 추출이 가능하다.

본 연구에서 개발된 FCA Wizard를 사용하여 각종 의료분야 문서들의 체계화가 가능하고, 특히, 각 의료문서들에 기록된 데이터들에 대하여 형식개념분석기법을 토대로 개념격자구조를 생성함으로서 주어진 자료에 대한 분석 및 추론 등을 수월하게 수행 할 수 있다. 특히, 이와 같은 형식개념분석 기반의 임상자료의 데이터 분류 및 분석은, 의료분야 전문가들(의사, 간호사, 의무기록사 등)의 지식을 토대로, 실제 병원에서 사용되고 있는 다종다양한 임상자료들에 대하여, 의료분야 전문가들의 지식으로부터 스케일링을 위한 임상자료에 대한 판단 기준(scale context)을 도출하여, 이를 토대로 다종다양한 의과학 데이터에 반복적이고 점증적으로 적용시킴으로써, 그 신뢰성과 타당성을 입증해가야 할 것이다. 이에 대해서는 의과학 분야 전문가와 상호 협력하여 향후 과제로서 연구해 나갈 예정이다.

참 고 문 헌

[1] Uta, Priss, Formal Concept Analysis : http://www.fcahome.org.uk/

[2] B. Ganter, R. Wille. 'Formal Concept Analysis, Mathematical Foundations', 1st ed., Heidelberg, Springer-verlag, 1999.

[3] C. Carpineto, G. Romano. 'Concept Data Analysis, Theory and Applications', 1st ed., Italy, Wiley, September, 2004.

[4] B.A. Davey, H.A. Priestley. 'Introduction to Lattices and Order', 2nd ed., UK, Cambridge University Press, 2002.

[5] S. Hwang, H.G. Kim, H.S. Yang, "A FCA-based Ontology Construction for the Design of Class Hierarchy", Lecture Notes in Computer Science, 3482(3), pp.827-835, 2005.

[6] Gu Tao, "Using Formal Concept Analysis (FCA) for Ontology Structuring and Building". Singapore, Nanyang Technological University, 2003.

[7] M. Obitko. V. Sansel, J. Smid, "Ontology Design with Formal Concept Analysis", Proceedings of the CLA2004(International Workshop on Concept Lattices and their Applications), Ostrava, Czech Republic, pp.23-34, Sept., 2004.

[8] S. Hwang, Y.K. Kang, H.G. Kim, M.K. Kim, "A FCA-based Conceptualization of Medical Documents", Journal of Korean society of Medical Informatics, 11(1), pp.53-56, 2005.

[9] Schnabel M, "Representing and processing medical knowledge using formal concept analysis", MethodsInf. Med, 41, pp.160-167, 2002.

[10] Jayson E. Rome, Robert M. Haralick, "Towards a Formal Concept Analysis Approach to Exploring Communities on the World Wide Web", Lecture Notes in Computer Science, 3403, pp.33-48, 2005.

[11] Juan M. Cigarran, Anselmo Penas, Julio Gonzalo, Felisa Verdejo, "Automatic Selection of Noun Phrases as Document Descriptors in an FCA-Based Information Retrieval System", Lecture Notes in Computer Science, 3403, pp.49-63, 2005.

[12] Philipp Cimiano, Andreas Hotho, Gerd Stumme, Julien Tane, "Conceptual Knowledge Processing with Formal Concept Analysis and Ontologies", Lecture Notes in Computer Science, 2961, pp.189-207, 2004.

[13] Sergei O. Kuznetsov, "Machine Learning and Formal Concept Analysis", Lecture Notes in Computer Science, 2961, pp.287-312, 2004.

[14] Peter. A. Grigoriev, Serhiy A. Yevtushenko, "QuDA: Applying Formal Concept Analysis in a Data Mining Environment", Lecture Notes in Computer Science, 2961, pp.386-393, 2004.

[15] ConceptExplorer:http://www.mathematik.tu-darmstadt.de/ags/ag1/fag1/Software/ConExp

[16] Mail-Sleuth : http://www.mail-sleuth.com

[17] Docco : http://tockit.sourceforge.net/docco/

[18] ConImp: http://www.mathematik.tu-darmstadt.de/~burmeister/

[19] Lattice Drawing Software : http://www.math.hawaii.edu/~ralph/LatDraw/

[20] Formal Concept Calculator : http://www.advis.de/soeren/ fca/

[21] Galicia : http://www.iro.umontreal.ca/~galicia

[22] ToscanaJ : http://tockit.sourceforge.net/toscanaj

[23] SNOMED (Systematized Nomenclature of Medicine) : http://www.snomed.org/

[24] 김명기, 황석형, 김홍기, 강유경, 최희철, 김동순, "FCA를 이용한 임상서식지의 분류와 체계화", 대한의료정보학회지, 제12권 제1호, pp.31-43, 2006. 3

[25] 강유경, 황석형, 김홍기, 백승학, 김규리, 김동순, 김응희, 양경모, 양성권, "FCA를 기반으로하는 치과교정학분야의 임상의사결정지원시스템", 대한의료정보학회지, 제12권 보완본 1호, pp.17-20, 2006. 6.

김 홍 기

e-mail : hgkim@snu.ac.kr
1985년 고려대학교 심리학(학사)
1993년 University of Georgia, Artificial Intelligence, (MS)
1996년 University of Georgia, Philosophy (AI) (,Ph.D.)
1997년~1998년 Fellow, University of Georgia 인공지능센터
1998년~2005년 단국대학교 경상학부 부교수
2005년~현 재 서울대학교 치과대학 조교수
관심분야 : Ontology, Semantic Web, 지식표현, 인공지능 등

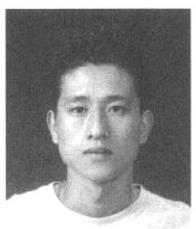
황 석 형

e-mail : shwang@sunmoon.ac.kr
1991년 강원대학교 전자계산학과 조기졸업(학사)
1994년 일본 오사카대학교 기초공학부 정보공학과(공학석사)
1997년 일본 오사카대학교 기초공학부 정보공학과(공학박사)
1997년~현재 한국정보처리학회 종신회원
2004년~현재 대한의료정보학회 정회원
1997년~현재 선문대학교 컴퓨터정보학부 부교수
관심분야 : 객체지향 소프트웨어공학, 의료정보학, Formal Concept Analysis, Semantic Web2.0, Ontology 등

강 유 경

e-mail : aquamint99@sunmoon.ac.kr
2003년 선문대학교 컴퓨터정보학부(학사)
2005년 선문대학교 전자계산학과 (이학석사)
2004년-현재 한국정보처리학회 준회원
2004년-현재 대한의료정보학회 학생회원
2005년~현재 선문대학교 컴퓨터정보학과 박사과정
관심분야 : Formal Concept Analysis, 의료정보학, Ontology 등

김 동 순



e-mail : ds8025@gmail.com
2006년 선문대학교 컴퓨터정보학부 졸업(학사)
2006년~현재 선문대학교 전자계산학과 석사과정
2006년~현재 한국정보처리학회 준회원
관심분야 : Formal Concept Analysis, Ontology 등