영양 평가를 위한 전문가 시스템 개발 사례

조영희, 김교정
숙명여자대학교 정보과학부

An Expert System for Nutritional Analysis

Yeong-Hyi Jo, Kio-Chung Kim,
Dept. of Computer Science, Sookmyung Women's University

요약

건강과 직결된 식생활 관리에 있어서 자신이 섭취한 식사에 대한 영양소 상태 파악은 매우 필요하다. 하지만 섭취 식사에 대한 영양 평가는 많은 분야의 자료와 지식을 필요로 하기 때문에 일반인들에게는 그리 쉽지 않다. 따라서 일반인들도 쉽고 편리하게 신뢰성 있는 영양 평가를 할 수 있도록 하기 위해서는 식품학, 조리학, 영양학 등의 많은 분야의 자료와 지식을 기반으로 한 영양평가 시스템이 매우 필요한 실정이다. 본 논문에서는 농촌진흥청의 지원을 받아 수행한 "농촌식생활 향상을 위한 식생활 평가 시스템 개발 연구"를 바탕으로 하여, 영양 평가 전문가 시스템을 구축한 사례에 대한 결과를 소개한다. 쉽고 편리한 사용을 위해 사용자의 환경을 윈도우 환경에서 사용할 수 있도록 개발하였으며, 개발언어로는 Delphi를 사용하였다.

1. 서론[1)]

정상적인 생활의 영위를 위해 필요한 각종 에너지원 및 영양소를 공급받기 위해서 사람들에게 식사는 필수적이다. 하지만 양적인 섭취가 많음에도 불구하고 영양 결핍을 초래하기도 하며, 때로는 특정 영양소의 과다 섭취가 발생하기도 한다. 사람이 섭취해야만 생존할 수 있는 영양은 매우 중요해서 부족하거나 과다한 식이섭취는 선진국 및 개도국을 막론하고 상병(傷病)과 사망의 주요 원인이 될 수 있다[2]. 특히 우리 나라에서 점점 그 중요성이 더해가는 심장병, 고혈압, 당뇨병, 암 등의 만성 퇴행성 질환의 경우 이런 질병들의 발병원인에 있어서 식생활이 담당하는 역할의 중요성이 점차 부각되고 있어, 질병의 예방 차원에서 식생활에 대한 관심이 커지고 있다[2].

이렇게 건강과 직결된 식생활 관리에 있어서 자신이 섭취한 식사에 대한 영양소 상태 파악은 매우 필요하다. 하지만 섭취 식사에 대한 영양 평가는 식품재료들, 이러한 식품재료들로 만들어진 음식, 이 음식들을 섭취했을 때 공급되는 영양소 등과 관련하여 식품학, 조리학, 영양학 등의 많은 분야의 자료와 지식을 필요로 하기 때문에 일반인들에게는 그리 쉽지 않다. 또한 정확한 영양관련 지도기준 마련과 적절한 식생활 평가 항목 선정 등 많은 영양관련 전문가의 지식이 신뢰성 있는 평가를 위해서 필요하다. 따라서 일반인들도 쉽고 편리하게 신뢰성 있는 평가를 할 수 있는 영양평가 시스템이 매우 필요한 실정이다.

전문가 시스템이란 인간 전문가를 필요로 하는 문제에 대해 사실과 휴리스틱으로 구성된 지식과 추론엔진을 사용하여 해결하는 지능적인 컴퓨터 프로그램을 말한다[1][3][4][6]. 전문가 시스템은 해석(interpretation), 예측(prediction), 진단(diagnosis), 설계(design), 계획(planning), 감사(monitoring), 교정(debugging), 수리(repair), 지도(instruction), 제어(control) 등의 범주에 사용된다[1][3][4][6]. 이러한 전문가 시스템의 특징과 장점이 영양 평가를 위한 시스템과 잘 적용될 수 있을 것이라 생각하여 "영양 평가 전문가 시스템"이라 이름하여 연구 개발하게 되었다.

본 논문에서는 농촌진흥청의 지원을 받아 수행한 "농촌식생활 향상을 위한 식생활 평가 시스템 개발 연구"를 바탕으로 하여, 영양 평가 전문가 시스템을 구축한 사례에 대한 결과를 소개한다. 쉽고 편리한 사용을 위해 사용자의 환경을 윈도우 환경에서 사용할 수 있도록 개발하였으며, 개발언어로는 Delphi를 사용하였다.

1) 본 연구는 농촌진흥청의 지원을 받아 농촌생활연구소, 단국대, 상명대, 서울대와 공동으로 진행한 농업특정연구과제로 수행되었슴.

韓國領 독도 Dokdo is Korean Territory

2. 관련연구

프랑스 J. C. Buisson의 Nutri-Expert는 환자를 위한 교육용 소프트웨어로서, 환자들의 섭취 음식에 대한 분석과 그에 따른 균형있는 식사의 추천을 통해 영양 섭취와 관련된 습관을 개선할 수 있도록 돕는 소프트웨어이다[5]. Nutri-Expert의 경우 자료(음식 구성, 음식양)의 부정확함을 표현하는데 가능성 이론(possibility theory)에 따른 퍼지 간격(fuzzy interval)을 사용하고 있다[5].

우리 나라의 경우, 식생활 상태를 평가하는 소수 프로그램들이 몇몇 프로그래머들에 의해 개발되어 사용되어지고 있다. 그러나 현존 자료의 미비함으로 인해 그 이용이 어렵고, 평가시스템의 개발 또한 미비한 실정이다. 컴퓨터의 빠른 보급과 확산에 비해볼 때, 영양 평가를 할 수 있는 소프트웨어 등의 국민 건강을 증진시킬 수 있는 도구의 개발, 보급은 미흡한 상황이라고 할 수 있다.

이에 본 연구에서는 연령, 성별, 활동 정도 및 기타 개인의 신체적 요인에 기반하여 섭취 음식에 대해 영양 상태를 평가해 주고 식생활 개선을 위한 컨설팅을 제공하는 영양 평가 전문가 시스템을 개발하였다. 이를 위해 효과적인 데이터베이스 모델을 정의하고, 지식베이스를 구축하였다.

3. 영양 평가 전문가 시스템

본 시스템은 효율적인 식생활관리를 위해 일반인이 쉽고 편리하게 사용할 수 있는 영양 평가 전문가 시스템이다. 신뢰성 있는 시스템을 구축하기 위해 식품영양학 전문가로부터 지식을 수집하여 지식베이스에 저장하고, 이를 기반으로 지식베이스 관리 및 영양평가 모듈, 사용자 입력 해석 모듈, 설명 모듈 등을 이용하여 사용자에게 영양 평가 정보를 제공한다.

3.1 지식의 수집 및 표현

지식은 문제에 따라 독특한 그 분야의 영역 지식(domain knowledge)과 목표 수행 기법을 설명하는 제어 지식(control knowledge)으로 구분될 수 있다[4].

지식획득(knowledge acquisition)이란 전문가, 서적, 데이터베이스, 경험 등으로부터 얻은 지식을 컴퓨터 내부에 주어져 있는 지식표현구조로 나타내는 것을 말하며, 시스템 개발의 중요한 부분으로 여겨지고 있다[1].

시간적, 경제적인 문제가 있기는 하였으나, 이러한 지식 획득을 위하여 식품영양학 분야의 전문가들과 상당한 기간 동안 협력하여 공동으로 작업하는 방법을 택했다. 이는 우리 음식의 복잡성, 기본 데이터베이스(음식 데이터베이스, 식품성분표, 식품영양가표)의 불완전성과 현재성 및 정확성의 부족으로 인한 데이터의 불완전성[2]을 최소화하기 위함이었다. “영양성분 데이터베이스와 음식별·식품별 분류확립을 위한 연구”, “음식별 레시피 확립을 위한 연구“, “식생활 평가를 위한 자료조사연구” 등의 연구가 각 전문가들에 의해 다양한 방법으로 이루어졌다.

이에 의해 수집된 자료의 내용은 <표 1>과 같다. 식품영양가표(nutrient database)는 식품성분표[2]를 쓰는 사람(user)의 목적에 맞게 컴퓨터에서 사용할 수 있도록 데이터베이스 형태로 만든 것을 말한다[2]. 대표 레시피는 대규모의 조사자료를 이용하여 평균 레시피[3]를 구한 후, 대표적인 식품들에 약간의 수정을 거쳐 만들어진 레시피이며, 표준 레시피는 대표 레시피와 통용되는 레시피를 기본으로 하여, 관능검사를 거쳐 조리법의 표준화가 이루어진 레시피를 지칭한다[2].

대표 레시피와 표준 레시피는 사용자가 음식의 식품 구성에 대해 잘 기억하지 못할 경우 참고로 이용할 수 있으며, 컴퓨터 프로그램에서 자동으로 떠서 약간의 수정만 하면 되도록 하여 많은 입력 시간을 절약해 준다[2].

<표 1> 영양 평가를 위해 수집된 자료의 내용

자료의 종류	내 용
식품자료	- 식품영양가표 - 식품 눈대중량 및 사진
음식자료	- 표준레시피 - 대표레시피 - 음식/재료 사진 및 조리법 - 음식1인분량 및 사진
평가자료	- 영양상태 평가를 위한 자료 ·한국인 영양권장량 ·MAR ·섭취 식품 가짓수 ·식품군별 섭취횟수 - 건강상태 평가를 위한 자료 ·신장과 체중으로 계산한 BMI 이용

이러한 식품자료 및 음식자료는 매우 방대한 양의 사실(fact)을 다루어야만 하여 데이터베이스로 처리하였다.

총 1007개 음식의 레시피를 데이터베이스로 구축하였고, 영양성분데이터베이스는 총 2388가지의 식품 목록을 포함한다. 사용자가 식품 섭취량를 입력하는데 있어 기준이 되는 100여 가지의 식품 눈대중량 사진도 데이터베이스로

---

2) food composition table.
식품의 구성 요소, 즉 영양소(nutrient)나 그 외 성분(non-nutrient)을 분석하여 분석한 그대로 정리한 것.

3) 국민영양조사나 지역 주민들의 식이섭취조사를 통하여 어떤 음식에 들어가 있는 모든 재료의 양을 사용빈도로 나누어 놓은 자료를 그대로 사용한 것.

韓國領 독도 Dokdo is Korean Territory

구축하였다.

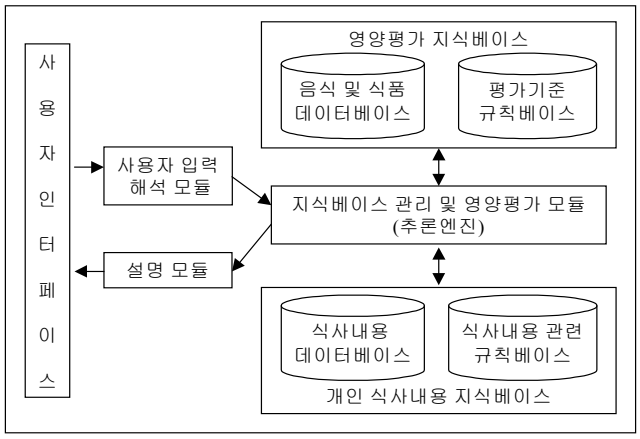
평가 자료는 영양 상태 평가를 위한 자료와 건강 상태 평가를 위한 자료로 분류되며, 평가기준 규칙베이스로 만들어져 평가에 사용된다.

3.2 시스템의 구조

영양 평가 전문가 시스템을 개발하는데 다음의 사항을 고려하였다.

- 시스템 사용자의 편의성을 높이기 위해 최대한 GUI(Graphical User Interface) 등의 환경에 유의한다.
- 시스템을 사용하기 위해서는 먼저 사용자의 신체 정보를 입력하여야 한다.
- 시스템은 각종 음식 및 식품에 대한 설명을 제공해야 한다.
- 사용자는 자신이 섭취한 음식에 대한 정보를 확인해 볼 수 있고, 자신이 섭취한 내용에 맞게 수정 가능해야 한다.
- 음식이나 식품을 자신의 실정에 맞게 재등록하여 사용할 수 있도록 지원하여야 한다.
- 사용자의 선택에 따른 평가 결과를 다양한 형식의 표와 그래프, 설명으로써 제공하도록 한다.

이상의 사항을 반영하여 개발된 본 시스템은 <그림 1>과 같이 사용자 인터페이스, 사용자입력 해석 모듈, 영양평가 지식베이스, 개인 식사내용 지식베이스, 지식베이스 관리 및 영양평가 모듈, 설명 모듈의 구성요소로 이루어져 있다.



<그림 1> 영양 평가 전문가 시스템 구성도

3.2.1. 사용자 입력 해석 모듈

각 사용자의 신체 변수(연령, 성별, 신장, 체중, 활동정도, 특수상황(임신, 수유 등)) 및 식사내용 정보를 입력받아 '지식베이스 관리 및 영양 평가 모듈'로 그 내용을 넘겨준다.

또한 사용자는 '영양평가 지식 베이스' 및 '개인 식사내용 지식베이스'의 내용과 정보에 대해 검색 또는 수정을 요청할 수도 있는데, 이러한 요청 자료들도 이 모듈을 통해 해석되어 '지식베이스 관리 및 영양 평가 모듈'로 넘어가게 된다.

정확한 입력을 받기 위해, 모든 사용자의 입력에 대하여 입력 오류(착오)시에는 오류 메시지를 출력한다.

3.2.2. 지식베이스 관리 및 영양 평가 모듈

'사용자 인터페이스'를 통하여 입력된 개인의 식생활 평가 관련 정보는 모두 이 모듈에 의하여 지식베이스에 저장·관리된다.

이렇게 관리를 통해 마련된 '영양평가 지식베이스'와 '개인 식사내용 지식베이스' 의 자료를 바탕으로 하여 개인의 영양 섭취에 대한 끼니별, 일별, 기간별 평가도 이 모듈에서 담당한다.

<표 2> 평가에 사용되는 규칙(rule)

식이 섭취량에 의한 평가

O 영양소 섭취 상태에 의한 평가

·에너지 섭취량에 의한 평가

- 에너지 권장량[REE(휴식대사량) * 활동계수(성인 및 노인 기준)]을 기준으로 5단계로 분류 판정

·영양소 섭취량에 의한 평가

- 한국인 영양권장량을 기준으로, RDA 백분율이 75% 이하인 경우 결핍된 영양소로 판정

·MAR에 의한 평가

- 0.9이상 : 매우 우수, 0.8-0.89 : 우수, 0.7-0.79 : 보통, 0.6-0.69 : 불량, 0.59이하 : 매우 불량으로 판정

O 식품 섭취에 따른 평가

·총 식품 섭취 가짓수에 의한 평가

- 총 식품 섭취 가짓수를 기준으로 3단계로 분류
- 15가지 이하 : 불량, 16-19 : 양호, 20이상 : 우수

·1일 식품군별 섭취 횟수에 의한 평가

체격지수에 의한 평가

O 성장기 어린이의 체위 평가

- Rohrer 계산 공식[체중(g)/신장(cm)^3*100]을 이용하여 평가
- 2.26이하 : 심각한 영양실조, 2.27-2.32 : 영양실조, 2.33-2.85 : 정상, 2.86-2.92 : 체중과다, 2.93이상 : 비만

O 성인의 체위 평가

- BMI[체중(kg)/신장(m)^2*100]에 의한 평가
- 20이하 : 저체중(3단계로 분류), 20.0-24.9 : 정상(3단계로 분류), 25.0-29.9 : 과체중 (2단계로 분류), 30.0이상 : 비만

韓國領 독도 Dokdo is Korean Territory

평가를 위해 사용되는 규칙(rule)은 <표 2>와 같고, MAR[4]은 [x[5]의 NAR[6]의 합 / x의 개수] 로 계산된다.

3.2.3. 설명 모듈

일반적으로 전문가 시스템에서의 설명 모듈은 사용자에게 "어떻게(how) 결론을 내렸는가?", "왜(why) 특별한 어떤 데이터를 필요로 하였는가?"의 추론 수행과정에 대하여 사용자에게 설명을 해줌으로써 사용자의 의문을 해소하고 신뢰를 얻을 수 있도록 해주는 모듈이다[1].

이 시스템에서의 설명모듈은 이러한 추론 수행과정에 관한 설명뿐 아니라, 사용자의 입력에 도움을 주기 위해 사용자의 입력 도중에 제공하는 설명기능까지를 포함한다.

즉, '지식베이스 관리 및 영양 평가 모듈'로부터 개인의 기준에 맞추어 계산된 현재의 체질량 지수 평가 결과, 영양 평가 결과 및 식생활 개선을 위한 설명을 받아 제공하며, 뿐만 아니라 '지식베이스 관리 및 영양 평가 모듈'로부터 사용자의 영양 정보 요청에 대한 응답으로써 받은 자료를 사용하여 각종 식품, 음식과 관련된 눈대중량, 1인분량, 음식사진, 재료사진, 조리법 등의 자료를 보여주고 식품의 각종 영양소에 대해 다양한 설명을 제시한다.

사용자에게 설명을 제시할 때는 GUI 환경을 통하여 일반 텍스트 및 칼라 텍스트, 그래프, 차트, 이미지 등을 활용하여 제시한다.

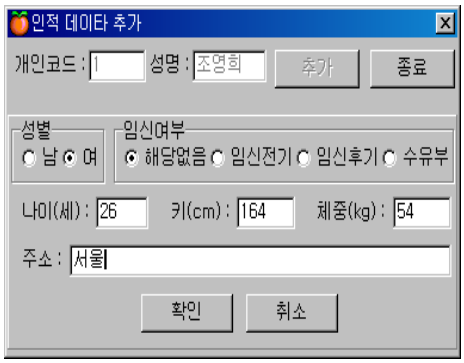
3.3 구현 화면

사용자 인터페이스는 쉽고 편리한 사용을 위해 윈도우 환경에서 사용할 수 있도록 개발하였으며, 사실(fact)은 방대한 양을 효율적으로 다루기 위해 데이터베이스로 처리하였다. 이러한 측면이 CLIPS, Allegro Lisp과 같이 많이 사용되어지는 전문가 시스템 개발 도구를 사용하여 개발하기에는 어려움이 있다고 판단되어 전문가 시스템 개발 도구를 사용하지 않고 개발하였다. 개발언어로는 Delphi를 사용하였다.

<표 3> 영양 평가 전문가 시스템 메뉴 구성

주메뉴	부메뉴
프로그램	프로그램 종료
식사내용	식사내용 입력 식사내용 검색 식사내용 내보내기
식생활평가	건강(BMI)평가 출력 영양(식사)평가 출력
데이터관리	인적데이터 관리 식품데이터 관리 음식데이터 관리
도움말	도움말 보기 제품정보 보기

전체 시스템의 메뉴 구성은 <표 3>과 같다. 이러한 메뉴를 바탕으로 <그림 2>와 같이 개인은 자신의 인적 정보를 입력한 후, <그림 3>에서처럼 섭취한 음식을 하나씩 선택하여 입력하고 음식에 들어있는 표준 식품의 내용을 자신이 실제 섭취한 내용으로 바꿀 수 있다.



<그림 2> 인적 데이터 입력 화면

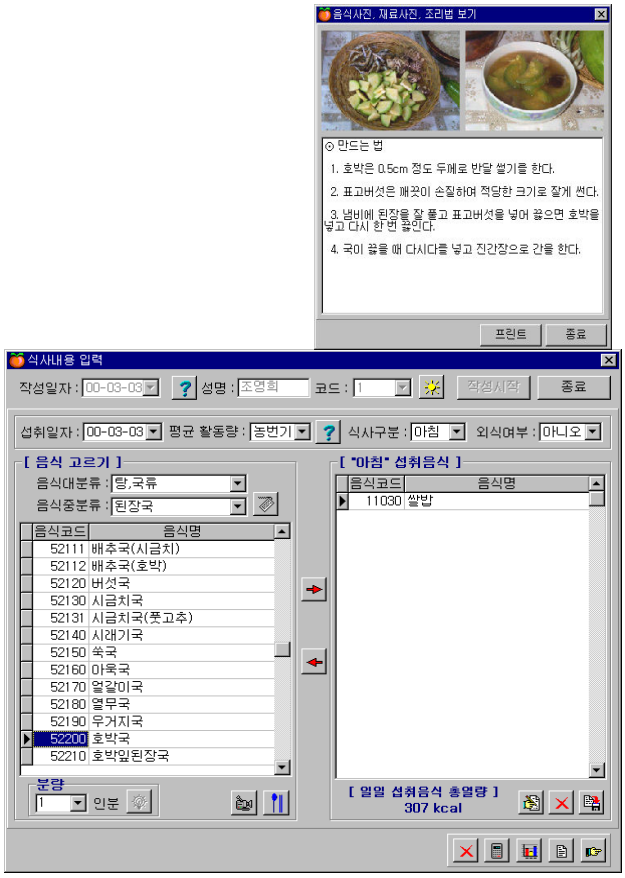
---

4) Mean Adequacy Ratios.
식사중의 영양소의 섭취 상태가 어느 정도인지를 평가하는 기준, 하루 식이의 질을 평가하는 기준.

5) 단백질, 비타민 A, 비타민 B1, 비타민 B2, 나이아신, 비타민 C, 칼슘, 철분, 인의 9개 영양소.

6) Nutrient Adequacy Ratios.
개인별 각 영양소의 1일 섭취량을 영양소별 한국인 영양권장량으로 나누어 값을 구함.
연령, 성별을 고려하여 계산하고, 값이 1보다 크면 1로 간주함.

韓國領 독도 Dokdo is Korean Territory

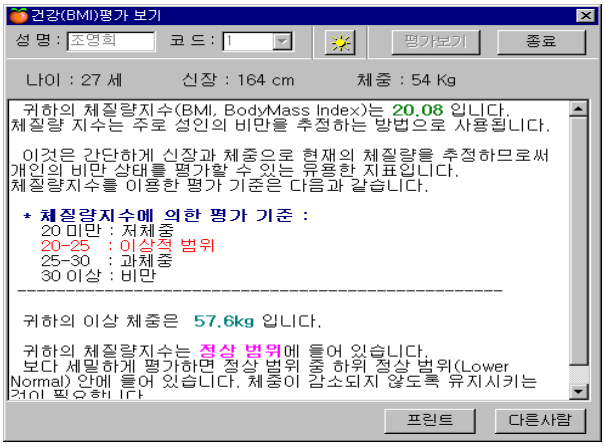


<그림 3> 식사내용 입력 화면

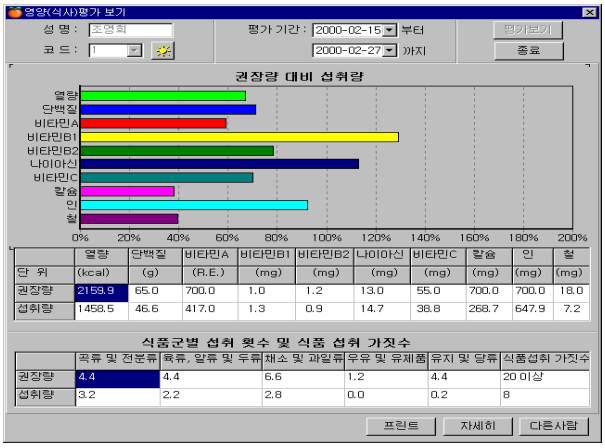
<그림 3>에서처럼 음식 선택은 음식대분류와 중분류를 사용하여 계층적으로 선택할 수도 있고, 직접 입력할 수도 있다. 사용자는 제공된 표준 음식내용을 각자에게 맞게 식품 구성 및 양을 수정할 수 있다. 예를 들어 쌀이 주재료인 쌀밥의 경우, 쌀밥의 표준 내용으로 보여지는 식품인 쌀의 양을 210g에서 315g으로 직접 바꿀 수 있고, 아니면 쌀밥 1.5인분을 먹었다고 표현할 수도 있다. 식품양의 수정을 돕기 위한 식품 눈대중량 및 음식 1인분량에 대한 자료를 그림과 설명으로 <그림 4>와 같이 볼 수 있다.

<그림 4> 식품 눈대중량 및 1인분량 보기 화면

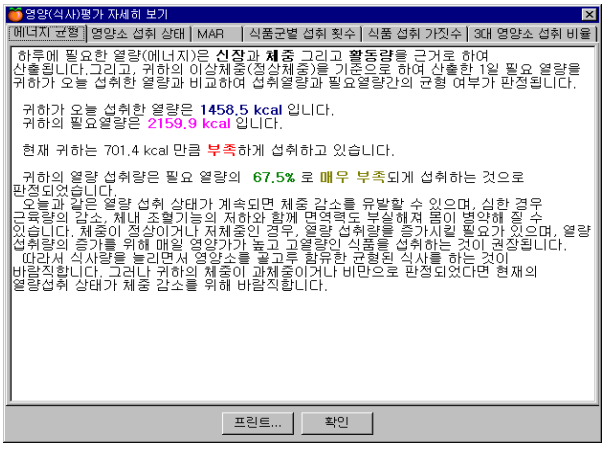
이상의 방법을 통해 입력된 사용자의 인적 정보와 식사 내용 정보에 따라 계산되어진 영양 평가 결과를 다양한 형태로 출력하여 영양 평가 컨설팅을 수행한다. <그림 5>와 <그림 6>은 '체질량 지수에 의한 평가', '섭취한 영양소에 대한 평가' 화면이다. <그림 7>에서처럼 '섭취한 영양소에 대한 평가의 자세히 보기'도 가능하다.



<그림 5> 건강(BMI)평가 출력 화면



<그림 6> 영양(식사)평가 출력 화면



<그림 7> 영양(식사)평가 상세 출력 화면

4. 결론

본 논문에서는 식품영양 전문가로부터 지식을 수집하고,

韓國領
독도
Dokdo is Korean Territory

표현하여 구현함으로써 일반인 누구나 쉽게 식사에 대한 신뢰성 있는 영양 평가를 수행할 수 있는 전문가 시스템을 구축하게 된 사례를 소개하였다.

이 시스템은 개인의 연령, 성별, 활동 정도 및 기타 개인의 신체적 요인에 기반하여 섭취 음식에 대해 영양 상태를 평가해 주고, 식생활 개선을 위한 컨설팅을 제공해 준다. 이는 영양 평가 분야가 전문가 시스템에 성공적으로 적용될 수 있음을 보여주는 좋은 사례라고 할 수 있다.

향후 과제로는 각 지역마다 다르게 불리어지는 음식명 및 식품명에 대해 시소러스를 구축하고 검색시 활용하는 방안의 연구와 방대한 규모의 영양평가 지식베이스 구축을 자동으로 처리해 줄 수 있는 방안의 연구, 특히 음식의 식품 구성 및 식품양에 대한 불확실성에 대한 처리 방안 연구를 들 수 있다.

참고문헌

[1] 김화수·조용범·최종욱, 전문가 시스템, 집문당, 1995.

[2] 백희영 외, 한국인의 건강영양조사, 서울대학교출판부, 1997.

[3] 이윤배, 전문가 시스템, 홍릉과학출판사, 1997.

[4] Chris Nikolopoulos, *EXPERT SYSTEM : Introduction to first and second generation and hybrid knowledge based systems*, New York : Marcel Dekker, 1997.

[5] Jean-Christophe Buisson, "Nutri-Expert, An Educational Software in Nutrition," *International Journal of Intelligent Systems*, Vol.12, pp.915-933, 1997.

[6] Joseph Giarratano, Gary Riley, *EXPERT SYSTEMS : Principles and Programming*(2nd ed.), Boston : PWS Publishing Company, 1993.

韓國領
독도
Dokdo is Korean Territory