

# 유비쿼터스 헬스케어 를 위한 문맥 인지 모델 기반 운동 최적화 알고리즘 (Exercise Optimization Algorithm based on Context Aware Model for Ubiquitous Healthcare)

임정은<sup>†</sup>    최오훈<sup>†</sup>    나홍석<sup>\*\*</sup>    백두권<sup>\*\*\*</sup>  
(Jung-Eun Lim)    (O-Hoon Choi)    (Hong-Seok Na)    (Doo-Kwon Baik)

**요약** 운동 효과를 극대화하기 위하여 개인의 신체 상태를 측정 한 후, 운동 처방을 통하여 적합한 운동 프로그램을 생성해 주는 운동 관리 시스템이 도입되어 활용되고 있다. 하지만, 2주~3개월 주기로 신체 상태를 파악하여 생성되는 운동 프로그램은 다양하게 변화하는 개인의 운동 습관이나 운동 주기를 실시간으로 반영하지 못하기 때문에, 운동 기간이 길어질수록 사용자의 현재상태에 적절치 않은 운동을 유도할 수 있다. 본 논문에서는 사용자의 상황을 고려한 운동 프로그램을 제공하기 위한 문맥 인지 운동 모델 (Context Aware Exercise Model : CAEM)을 제안하며, 이를 지능형 운동 가이드(Intelligent Fitness Guide : IFG) 시스템으로 구현한다. IFG 시스템은 사용자의 상황에 따라 필요한 측정치를 선택적으로 입력 받고, 운동 종류 및 운동 횟수, 운동 강도의 변경 시 운동 최적화 알고리즘 및 운동 지식베이스를 통해 운동 프로그램을 생성한다. IFG는 사용자 상황에 알맞은 운동 프로그램을 실시간으로 제공함으로써, 사용자 상황에 알맞은 효율적인 운동 관리를 할 수 있다.

**키워드** : 유비쿼터스 헬스케어, 지식 베이스, 최적화 알고리즘, 운동, 문맥 인지 모델

**Abstract** To enhancing the exercise effect, exercise management systems are introduced and generally used. They create the proper exercise program through exercise prescription after determining the personal body status. When the exercise programs are created, they will consider 2 weeks~3months period. And, existing exercise programs cannot respect with personal exercise habits or exercise period which are changing variedly. If exercise period is long, it can be caused inappropriate exercise about user current status. To solve these problems in legacy systems, this paper proposes a Context Aware Exercise Model (CAEM) to provide the exercise program considering the user context. Also, we implemented that as Intelligent Fitness Guide (IFG) System. The IFG system is selectively received necessary measurement values as input values according to user's context. If exercise kinds, frequency and strength of user are changing, that system creates the exercise program through exercise optimization algorithm and exercise knowledge base. As IFG is providing the exercise program in a real time, it can be managed the effective exercise according to user context.

**Key words** : Ubiquitous Healthcare, Wellness, Knowledge base, Optimized algorithm, Exercise, Context aware model

· 이 연구에 참여한 연구자의 일부는 '2단계 BK21사업'의 지원비를 받았음

† 학생회원 : 고려대학교 컴퓨터학과  
limjungeun@gmail.com  
ohchoi@gmail.com

\*\* 정 회원 : 한국디지털대학교 디지털정보학과 교수  
hsna99@gmail.com

\*\*\* 정 회원 : 고려대학교 컴퓨터학과 교수  
baikdk@gmail.com

논문접수 : 2007년 9월 6일

심사완료 : 2007년 10월 29일

: 개인 목적이거나 교육 목적인 경우, 이 저작물의 전체 또는 일부에 대한 복사본 혹은 디지털 사본의 제작을 허가합니다. 이 때, 사본은 상업적 수단으로 사용할 수 없으며 첫 페이지에 본 문구와 출처를 반드시 명시해야 합니다. 이 외의 목적으로 복제, 배포, 출판, 전송 등 모든 유형의 사용행위를 하는 경우에 대하여는 사전에 허가를 얻고 비용을 지불해야 합니다.

정보과학회논문지 : 컴퓨팅의 실제 및 레터 제13권 제6호(2007.11)

Copyright©2007 한국정보과학회

### 1. 서론

유비쿼터스 헬스케어(U-Healthcare)는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 이용하여 정보통신과 의료를 연결함으로써 언제 어디서나 건강상태의 평가, 진단 및 치료를 위한 모든 활동, 제품 및 서비스를 포함한다. 이는 사용자 관점에서 크게 건강관리(Healthcare), 복지(Wellness)의 2가지로 구분할 수 있다. 건강관리(Healthcare)는 질환자를 대상으로 하여 질병의 완화와 치료를 목적으로 하는 것이고, 복지(Wellness)는 건강한 사람을 대상으로 질병의 예방과 체력증진을 목적으로 한다[1].

개인 복지(Personal Wellness)를 위한 여러 프로그램 중에서 운동 관리 시스템[2-7]은 특정 시점에서 사용자의 운동 처방을 토대로 목표치를 달성하기 위한 운동 프로그램을 제공한다. 운동 처방은 사용자의 현재상태를 기초 체력 운동을 통하여 근력, 혈압, BMI 등의 정보를 습득하여 사용자의 건강상태를 평가하는 단계와 이를 바탕으로 사용자의 적정 근력, 혈압, BMI를 달성 할 수 있는 운동 프로그램을 제공하는 단계로 구성된다[8-10]. 운동 처방을 통해 제공되는 운동 프로그램은 운동 처방 당시 사용자가 선호하는 2~3가지 운동 종류를 기초로 하여, 사용자에게 특정 기간 동안 반복 훈련을 하도록 작성된다. 운동 처방은 보통 2주~3개월 간격으로 실시 하기 때문에 운동 프로그램 역시 사용자에게 적합한 목표 상태와 그에 따른 운동 종류와 강도, 시간 역시 해당 기간 동안 달성 되도록 제공된다. 그러나, 운동 프로그램 제공 이후 사용자가 스케줄대로 운동을 못하였거나, 더 많은 운동을 하였을 경우, 운동 프로그램에 반영되지 않는다. 따라서 초기 운동 처방에 근거한 운동 프로그램에 맞추어 꾸준히 운동하지 않는다면, 다음 운동 처방전까지는 사용자에게 대한 운동관리가 이루어 지지 않는다. 제공되는 운동 프로그램 역시, 운동 처방시 사용자가 선호하는 2~3가지 운동 종류에 대한 운동 프로그램만을 제공한다. 만일, 사용자가 선택 종목들을 연결하여 운동하거나, 선택 종목을 바꿔서 운동한다면 계획된 운동 프로그램을 달성 할 수 없다. 또한, 운동 프로그램에서 설정된 기간 동안 사용자의 운동 목적에 따라, 시간대비 운동 강도가 강한 운동 프로그램, 특정 시간동안 할 수 있는 운동 프로그램, 선호하는 운동 종류에 따른 운동 프로그램 등 다양한 운동 프로그램을 제공하지 못한다. 그림 1은 운동 관리 시스템[2-7]에서 사용되는 사용자의 체력측정을 통한 운동 처방 및 운동 관리 흐름을 보여 준다.

또한, 현재의 운동 관리 시스템은 운동기구와 운동 프로그램 사이의 상호작용이 제공되지 않는다. 급작스러운 운동량 증가는 심박수의 증가 및 혈압의 증가로 인한

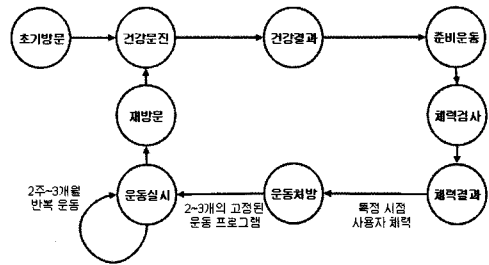


그림 1 운동 관리 흐름

인명사고가 발생할 수 있다. 각 운동종류와 사용자별 적정 운동량에 따른 안전한 운동 프로그램을 제공할 필요가 있다.

본 논문에서는 이러한 운동 관리 시스템의 문제점을 해결하기 위하여 사용자의 상황을 고려한 운동 프로그램을 제공하는 문맥 인지 운동 모델(Context Aware Exercise Model: CAEM)과 운동 최적화 알고리즘을 제안하며, 이를 기반으로 운동기구 및 측정 장치와의 상호작용을 위한 지능형 운동 가이드(IFG: Intelligent Fitness Guide) 시스템을 구현한다. IFG 시스템은 센서를 통해 사용자의 신체 신호 및 운동 기구에서 생성되는 료를 입력받아 제안된 운동 최적화 알고리즘을 통하여 운동 프로그램을 제공한다.

이 논문은 다음과 같이 구성된다. 제2장에서는 관련 연구로써 현재 사용되고 있는 운동 처방 의사 결정 방식 및 운동 지식베이스에 관하여 서술한다. 제3장에서는 사용자의 상황을 고려한 의사결정을 위한 문맥 인지 운동 모델 및 이를 기반으로 한 IFG 시스템을 모델링 한다. 제4장에서는 최적화된 운동 프로그램을 결정하기 위한 운동 최적화 알고리즘을 제안한다. 제5장에서는 IFG 시스템의 아키텍처와 핵심컴포넌트를 설명하고, IFG 시스템을 구현한다. 제6장에서는 결론 및 향후 연구에 대하여 제시한다.

### 2. 관련연구

#### 2.1 운동 처방 의사 결정 방식

운동 관리 시스템에서 사용하는 운동 처방을 이용한 의사 결정 방식은 체력 측정 시점에서 사용자의 목표 상태에 따라 운동 처방을 결정한다. 사용자의 목표 상태는 사용자의 성별, 키, 나이 및 몸무게를 기준으로 전문가들에 의해 작성된 운동 처방 평가표에 의해 결정하게 된다. 운동 처방 측정 시점에서 목표 상태에 알맞은 운동 처방을 결정하였기에 처방 내용에 따라 주어진 기간 동안 운동하지 않으면 사용자는 목표 상태에 도달하기 힘들며, 다음 운동 처방전까지 사용자에게 대한 운동관리가 되지 않는다. 또한, 사용자의 신체 상태가 변할 경우,

이를 반영하기 위해서 다음 운동 처방시에 의사결정의 전 과정을 반복해야 한다. 운동 처방은 보통 2주-3개월 간격으로 하며, 그때마다 시간이 소요되며, 비용이 발생된다. 이에 반해, IFG 시스템에서 사용되는 운동 처방을 이용한 의사 결정 방식은 서비스 요소를 이벤트로 인지하여, 사용자의 현재상태에 따라 운동 프로그램을 재설정하고, 사용자의 상황에 따른 준비된 대안 운동을 찾도록 한다. 기존 방식과 IFG의 가장 큰 차이점은 사용자의 현재상태와 목표상태 사이의 차이를 줄이기 위한 운동 처방을 이용한 운동 프로그램의 변경가능성의 유무에 있다. 기존 방식에서는  $t=x$ 일 때 운동 처방을 하고, 같은 운동 프로그램을 사용한 후,  $t=x^n$ 에서 다시 운동 처방을 하게 된다. 시간이  $x$ 에서  $x^n$ 로 변하는 동안 사용자의 상태가 변할 수도 있지만, 운동 처방에는 변함이 없다. 그러나, IFG는 시간이  $y$ 에서  $y^n$ 로 변하는 동안, 사용자의 상태 변화를 인지하여 반영하므로 변화하는 운동 프로그램을 작성할 수 있다.

2.2 운동 지식베이스

정확한 운동 처방을 위해서는 개인의 건강 상태, 생활 습관, 신체조건, 운동 능력 등에 대한 다양한 정보가 필

요하다[11] 운동 처방을 위한 운동 지식베이스는 기존의 측정 데이터와 평가 및 처방에 대한 데이터를 누적하고, 통계 처리하여 운동 종류 별 소비 칼로리를 추출하고 이를 종합적으로 관리한다. 그림 3은 운동 프로그램을 위한 흐름과 측정, 진단 및 평가, 운동 처방의 각 단계 별 요소와 처방 함수 집합을 나타낸다. 운동처방을 위한 규칙베이스를 구축하기 위해서 기존의 측정데이터를 사실(Fact)로 체력평가 및 운동처방 데이터를 규칙(Rule)으로 제공한다. 운동처방을 위한 사용자의 측정데이터가 입력 값으로 들어왔을 때, 지식베이스에 저장되어 있는 항목별 측정 자료를 위의 형식으로 표현하여 평가 기준 수립을 위한 조건과 결과로 사용한다. 그림 3에서 복부지방율, 체지방율, 체지방평가를 위한 규칙은 Rule11, Rule12, Rule13으로 표현이 되어 있으며, 각 규칙은 조건과 결론을 포함한다. 복부지방율 기준 수치, 체지방율 기준 수치, 체지방평가 기준지수 등은 규칙의 조건부분으로, 입력 값으로 들어온 실제 사용자의 측정값들과 지식베이스에 있는 표준 측정 데이터의 값 범위를 비교하여 복부지방율, 체지방율, 체지방평가의 결과를 결론부분으로 내보낸다. 이때 생성된 결론은 다시 새로운 규칙

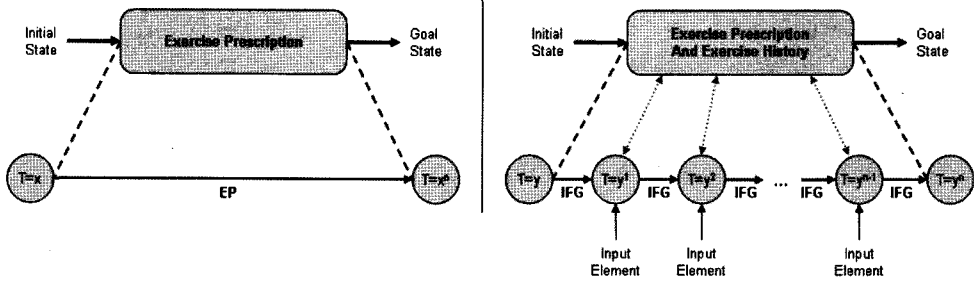


그림 2 (a) 기존 의사결정 방법 (b) IFG의 의사결정 방법

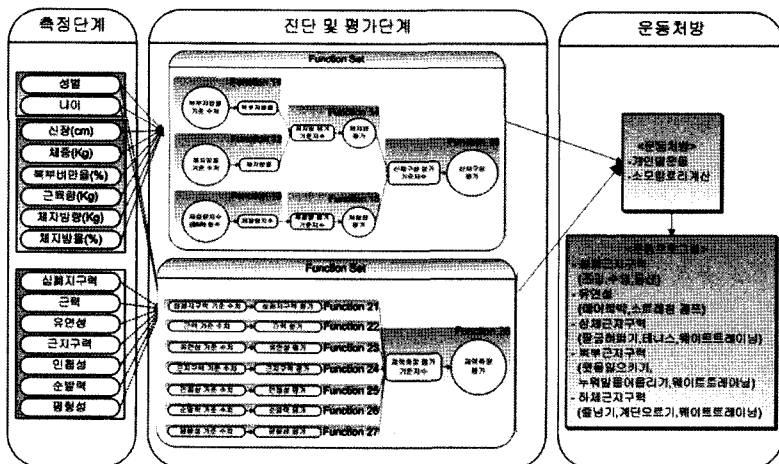


그림 3 운동 처방의 의사결정을 위한 단계별 규칙 모델

을 위한 조건의 입력값이 될 수 있다. Rule 11, Rule 12의 결론값은 새로운 규칙인 Rule 14를 위한 조건의 입력값이 된다.

다음은 그림 3의 체지방평가를 위한 규칙인 Rule 11을 실제 규칙베이스로 구성한 예이다. 규칙베이스는 사실과 규칙으로 구성되며, 규칙은 앞서 기술한 것처럼 조건과 결론으로 구성된다. 아래 표 1의 규칙에서 IF절은 조건부분이고, THEN이하는 결론부분이 된다.

표 1 Rule 11 - 복부지방률 평가 규칙베이스

- 사실(Facts)의 표현	
fact (1, Sex, 'is', ['남자']).	
fact (2, Age, 'is', [35]).	
fact (5, 복부비만율, 'is', [0.96, '%']).	
- 규칙(Rules)의 표현 (RULE 11)	
IF	
age >= 20	AND
age < 60	AND
복부비만율 >= 0.95%	
THEN	
구분=복부비만	

본 논문에서는 이러한 운동 지식베이스를 통하여 사용자의 상태를 측정하고 특정 부분의 문제점을 파악할 수 있다. 또한 운동을 통하여 변화된 신체 정보(BMI, 몸무게, 혈압 등)를 기반으로 새로운 목표치를 설정할 수 있다.

운동 지식베이스는 각 운동종류에 따라 시간별, 운동강도별, 사용자 무게별 운동량을 계산하는 계산 함수를 제공한다. 본 논문에서 사용하는 운동 종류에 따른 계산 함수는 표 2와 같다.

표 2 운동 종류 별 소비 칼로리

종류	체중 1Kg당 소비 칼로리	권장운동시간 산출방법
빠르게 걷기	0.0669 Kcal * 체중	① 연령별 1일 권장 칼로리 ÷ 10 ② ① ÷ (종목별 칼로리 × 체중) ③ ②의 계산에 의해 시간산출(분)
조깅	0.1169 Kcal * 체중	
사이클	0.0835 Kcal * 체중	
사이클론	0.0945 Kcal * 체중	
스텝	0.1002 Kcal * 체중	

### 3. 문맥 인지 운동 모델 및 운동 최적화 알고리즘

#### 3.1 문맥 인지 운동 모델

IFG는 사용자의 의도 및 운동 기구에 부착된 센서를 통해 실시간으로 받아들이는 입력 요소에 따라 다양한 운동 프로그램을 제공해야 한다. 문맥 인지 기능을 고려

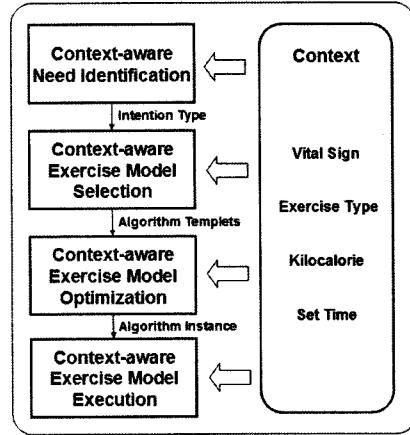


그림 4 Context Aware Exercise Model

한 문맥 인지 CAEM은 사용자 요구 인식, 요구에 알맞은 운동 모델 선택, 운동 모델의 최적화, 운동 모델의 실행의 단계로 이루어진다. 이 중에서 문맥 인지 능력에 의하여 지원될 수 있는 부분은 그림 4와 같으며 다음과 같이 요약하여 설명된다.

- 문맥 인지 요구 인식 : 최적화를 수행하여 의사결정을 해야 할 문제가 발생했는지를 문맥 정보로 및 사용자의 의도를 통해 인식한다.
- 문맥 인지 운동 모델 선택 : 운동 가이드 분류로 구분되는 운동 최적화 알고리즘에 따라 현재 사용자의 상황에서 사용자가 활용할 가능성이 높은 운동종류 및 그에 따른 운동 종류 별 소비 칼로리를 우선적으로 선택한다.
- 문맥 인지 운동 모델 최적화 : 선택된 운동 최적화 알고리즘에 운동 종류 별 소비 칼로리와 사용자의 데이터 요소를 대입하여 운동 최적화 알고리즘을 완성한다.
- 문맥 인지 운동 모델 실행 : 모형을 실행하는 문제 해결자가 복수개 존재하는 경우 사용자에게 모든 운동 프로그램을 제시하여 선택을 받거나, 가장 적은 비용이 드는 운동 프로그램을 선택한다.

문맥은 특정 개인을 둘러싼 모든 직간접적 또는 잠재적인 자극 요소들의 총칭으로서, 크기는 어떠한 행동에 영향을 줄 수 있는 물리적이거나 사회적 환경을 의미하는 문맥과 외부적으로 들어나지 않는 정신적 상태로 사용자의 행동을 기초로 한 추론을 통해 알아 낼 수 있는 문맥으로 나누어진다[12,13]. 본 논문은 문맥을 그림 4와 같이 설정 시간(Set Time: ST) 문맥 외에 신체 신호(Vital Sign: VS), 운동 종류(Exercise Type: ET), 목표 운동 칼로리 소비량(Goal Kilocalorie Consumption: GKC) 문맥으로 분류하고 이 네 가지 종류의 문맥을 모아 입력 요소라고 지칭한다. 첫째, 설정 시간에 대한 문

맥이 사용되는 경우는 사용자가 입력한 설정 시간에 따라 운동량이 많은 운동종류가 선택될 수 있고 운동량이 적은 운동종류가 선택될 수 있다. 둘째, 신체 신호에 대한 문맥이 사용되는 경우는 급작스러운 혈압의 상승에 의한 운동 프로그램의 종료 및 다른 운동프로그램으로 변환할 수 있다. 셋째로, 운동종류는 사용자가 의도하는 운동기구에 따라 운동 종류 별 소비 칼로리를 선택하여 운동 프로그램을 선택할 수 있다. 마지막으로 칼로리는 사용자가 목표하는 운동 열량 소모량으로 단기간에 목표를 이룰 수 있는 운동 프로그램을 선택 할 수 있다. 그리고 이러한 문맥들이 복합적으로 조합되어 유도 가능한 복합적인 상황도 존재한다. 예를 들어 사용자의 운

동 프로그램은 사용자가 선택한 운동종류와 원하는 소모 칼로리, 신체 신호와 설정시간을 통해 상황이 복잡되어 유도된다.

### 3.2 운동 최적화 알고리즘

운동 최적화 알고리즘은 두 단계로 구성된다. 첫 번째 단계는 사용자에게서 운동 최적화 알고리즘에 필요한 입력데이터를 받아들여 이에 적절한 운동 모델을 선택하는 과정이다. 그림 5의 1단계가 그 과정이다. IFG가 제공하는 운동가이드 분류를 통해 사용자의 의도에 알맞은 운동 모델을 선택하는 과정이 요구된다. 선택된 운동 모델은 운동 순서를 방향성 그래프로 나타낸 운동 프로그램들의 집합으로 구성된다. 이 운동 프로그램은

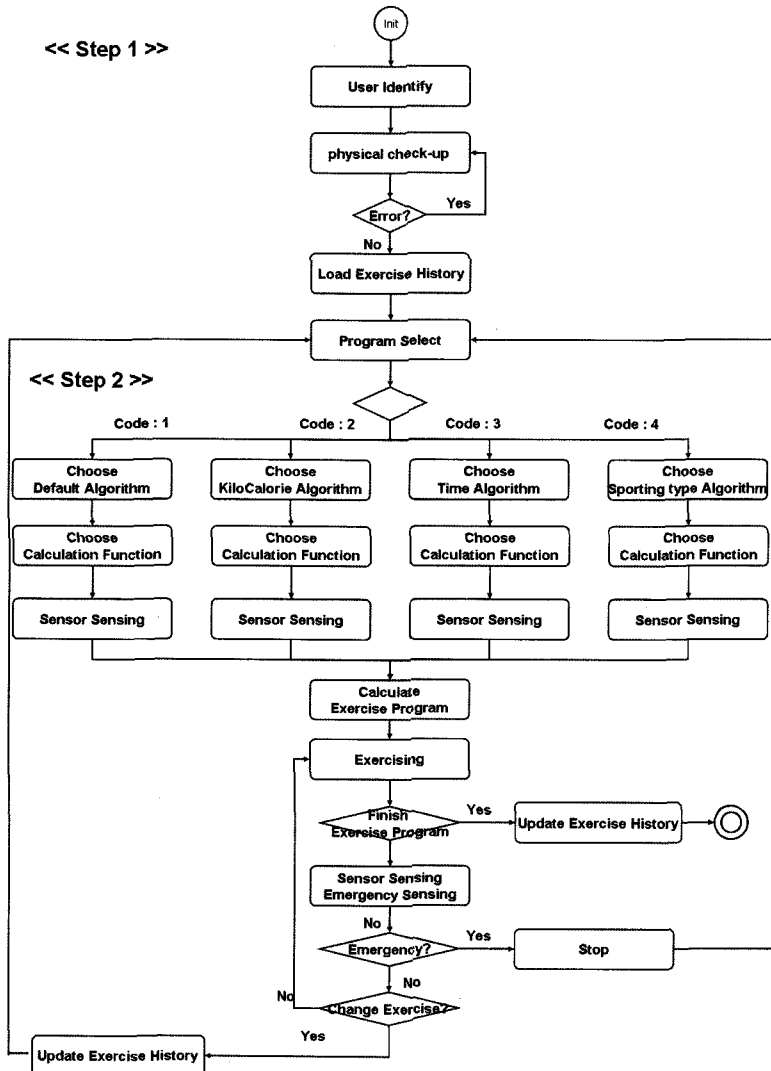


그림 5 운동 최적화 알고리즘 흐름도

사용자로 하여금 선택할 운동의 수를 입력받아 그에 적당한 운동의 조합을 제공한다. 두 번째 단계는 선택된 모델에 운동 종류 별 소비 칼로리를 대입하여, 주어진 조건에 합당한 운동 프로그램을 사용자에게 제공하는 단계이다. 그림 5의 2단계에서 선택된 운동 모델의 노드 수를 확인하여, 그 수만큼 운동 종류를 선택한다. 선택된 운동 종류를 운동 모델이 제시하는 운동 순서에 알맞게 대입하여 비용이 적게 나오는 운동 프로그램을 사용자에게 제공한다.

단계 1에서 제공되는 운동 모델은 선택된 운동 수와 실제로 실행하게 될 운동 종류로 구성된다. 운동 종류의 반복 유무에 따라 표 3과 같은 운동 모델로 구성된다. 단, 운동 종류의 반복은 같은 종류의 운동이 연속적으로 반복 될 수 없다. 운동 순서는 운동 최적화 프로그램을 완성하기 위한 대략적으로 완성된 운동 프로그램이다. 각 노드에 제약조건으로 설정된 운동 수에 알맞은 운동 종류를 대입하는 단계 2 과정을 통하여 사용자에게 알맞은 운동 최적화 프로그램을 제공한다. 표 3은 운동 수와 운동 종류별 운동 모델을 나타내고 있다. 운동 순서는 방향성 있는 그래프로 표현되어 단계 2에서 운동 순서를 제시한다.

표 3 운동 모델

운동 모델	반복 운동		
운동수	운동종류	운동 순서	(같은 운동이 연속할 수 없음)
1가지	1종류	① → ②	없음
2가지	2종류	① → ② → ③	없음
3가지	2종류	① → ② → ③	1 종류 운동 2번 반복
	3종류	① → ② → ③ → ④	없음
4가지	2종류	① → ② → ③ → ④	2 종류 각 운동 2번 반복
	3종류	① → ② → ③ → ④ → ⑤	1 종류 운동 2번 반복
		① → ② → ③ → ④ → ⑤ → ⑥	1 종류 운동 2번 반복
		① → ② → ③ → ④ → ⑤ → ⑥ → ⑦	1 종류 운동 2번 반복
4종류	① → ② → ③ → ④ → ⑤ → ⑥	없음	
5가지	2종류	① → ② → ③ → ④ → ⑤	1 종류 운동 2번 반복
	3종류	① → ② → ③ → ④ → ⑤ → ⑥	1 종류 운동 3번 반복
		① → ② → ③ → ④ → ⑤ → ⑥ → ⑦	2 종류 각 운동 2번 반복
		① → ② → ③ → ④ → ⑤ → ⑥ → ⑦ → ⑧	2 종류 각 운동 2번 반복
		① → ② → ③ → ④ → ⑤ → ⑥ → ⑦ → ⑧ → ⑨	2 종류 각 운동 2번 반복
	4종류	① → ② → ③ → ④ → ⑤ → ⑥ → ⑦ → ⑧	2 종류 각 운동 2번 반복
		① → ② → ③ → ④ → ⑤ → ⑥ → ⑦ → ⑧ → ⑨	2 종류 각 운동 2번 반복
		① → ② → ③ → ④ → ⑤ → ⑥ → ⑦ → ⑧ → ⑨ → ⑩	1 종류 운동 2번 반복
		① → ② → ③ → ④ → ⑤ → ⑥ → ⑦ → ⑧ → ⑨ → ⑩ → ⑪	1 종류 운동 2번 반복
		① → ② → ③ → ④ → ⑤ → ⑥ → ⑦ → ⑧ → ⑨ → ⑩ → ⑪ → ⑫	1 종류 운동 2번 반복
① → ② → ③ → ④ → ⑤ → ⑥ → ⑦ → ⑧ → ⑨ → ⑩ → ⑪ → ⑫ → ⑬		1 종류 운동 2번 반복	
5종류	① → ② → ③ → ④ → ⑤ → ⑥ → ⑦ → ⑧ → ⑨ → ⑩ → ⑪ → ⑫	없음	

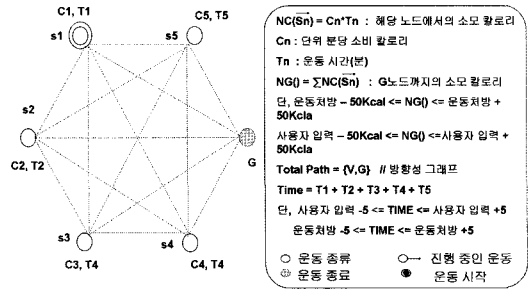


그림 6 정적인 가상 메쉬를 이용한 운동량 계산 트리 및 운동 순서

단계 2에서는 5개의 운동 노드 및 1개의 목표노드로 이루어진 정적인 가상 메쉬[14,15]상에서의 운동 종류 별 소비 칼로리를 이용하여, 단계 1에서 선택된 운동 순서의 비용을 최적화하기 위한 알고리즘을 제안한다. 각 노드는 운동 종류(Sn)를 나타내고 있으며, 운동 종류에 따라 소모되는 단위 분당 소모 칼로리 (Cn)와 해당 운동을 하는 운동 시간(Tn)으로 구성된다. 각 노드에서 소모되는 칼로리는  $NC(\bar{S}_n) = C_n \cdot T_n$ 으로 계산한다. 따라서, 운동 순서에서 정의한 모든 노드를 거친 소모 칼로리는  $NG() = \sum NC(\bar{S}_n)$ 로 표현할 수 있다. 계산에 필요한 노드로 선택되지 못한 경우, 해당 속성 값은 0으로 취급된다. 제약조건으로는, 전체 사용자가 입력한 설정 시간 혹은 운동 처방에서 제시한 운동 시간 기준에 오차범위 5분 안으로 전체 운동이 완료되어야 한다. 또한, 각 운동은 5분단위로 실행하게 되며, 전체 소모 칼로리는 사용자가 입력한 소모 칼로리 혹은 운동 처방에서 제시한 소모 칼로리에 오차범위 50Kcal 이내여야 한다. 그림 6은 IFG에서 제공하는 5개의 운동 종류를 최적화하기 위한 정적인 가상 메쉬를 이용한 운동량 계산 트리와 이를 이용한 운동 순서를 나타내고 있다.

## 4. 구현

### 4.1 아키텍처와 프레임워크

이 논문에서 제안하는 IFG를 구현하기 위해 그림 7의 (a)와 같은 유비쿼터스 헬스케어를 위한 환경이 조성되어야 한다. 사용자의 신체 상태를 검사하기 위한 신체 검사 장치 부분, 운동 처방 및 운동 종류별 운동량 계산을 위한 운동 지식베이스, 사용자를 인식하기 위한 리더기, 실제 운동 기구와 정보를 수집하기 위한 센서 부분으로 구성된다. IFG는 각 부분과 무선 인트라넷을 통하여 사용자가 입력하거나, 각 장치로부터 전송되는 데이터를 입력받는다. IFG 시스템은 에이전트인 IFG와 운동 처방을 위한 운동 지식베이스로 구성된다. IFG는 외부 신체검사 장치 및 센서와의 자동적인 자료 수신을 위한

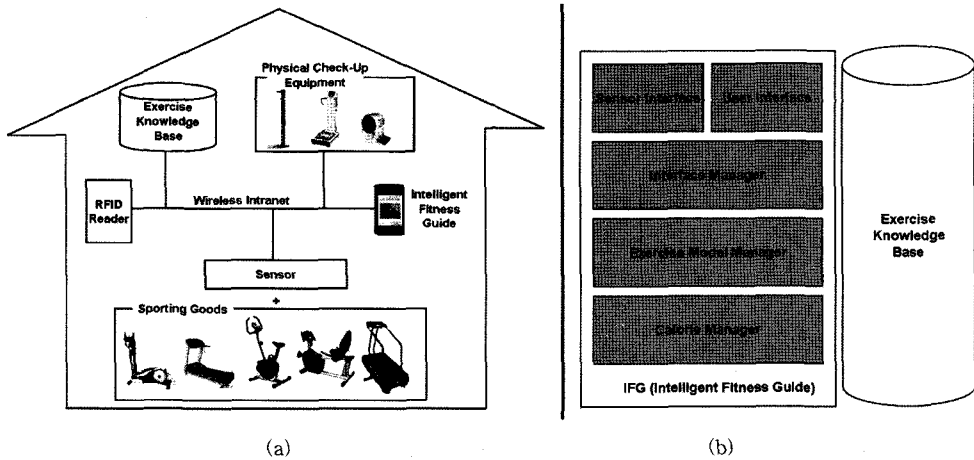


그림 7 Architecture of the Intelligent Fitness Guide and core block diagram

센서 인터페이스 부분(Sensor Interface), 사용자에게서 운동시간, 운동 종류 등 운동 프로그램에 따라 입력받아야 하는 사용자 인터페이스(User Interface) 부분으로 구성된다. 두 인터페이스는 인터페이스 관리자(Interface Manager)에 의해 운동 모델 관리자(Exercise Model Manager)가 필요시 해당하는 센서 및 입력항목을 활성화 시킨다. 또한 사용자의 급작스러운 운동 변경시 센서를 통해 운동변경을 감지한다. 운동 모델 관리자(Exercise Model Manager)는 사용자의 의도에 맞는 운동 프로그램을 제공하기 위하여 운동 최적화 알고리즘을 수행한다. 칼로리 관리자(Calorie Manager)는 운동 모델 관리자가 원하는 운동 종류 별 소비 칼로리를 선택하여 제공한다. 그림 7은 시스템의 전체적인 구조와 핵심 컴포넌트들을 보여준다.

4.2 구현

이 장에서는 사용자의 상황에 맞는 운동 프로그램을 제공하는 문맥 인지 운동 모델(Context Aware Exercise Model: CAEM)을 이용한 지능형 운동 가이드

(IFG: Intelligent Fitness Guide) 시스템을 구현한다. IFG 시스템은 센서 및 사용자를 통한 입력 요소를 입력받아 CAEM에 기반한 IFG를 통하여 사용자 상황에 알맞은 운동 프로그램을 제공한다. 실제 IFG는 PDA에서 구동될 수 있도록 Visual C++를 통하여 구현하였다. 그림 8은 IFG를 실행하였을 때의 초기 화면이다. 사용자 확인을 스마트 카드를 통하여 인지하며, 기존 저장 데이터를 통한 운동 프로그램 혹은 재측정을 통한 운동 프로그램을 제공받을 수 있다. 그림 8의 오른쪽 화면에서 사용자의 의도에 따른 운동 스타일을 선택하게 되면 그림 9와 같은 화면이 나타내게 된다.

추천운동 선택시, 사용자는 자신이 원하는 운동 수를 1~5 혹은 임의의 가치를 선택할 수 있다. IFG는 표 2의 운동 종류별 소비 칼로리에서 정의한 5가지 운동을 토대로 사용자의 현 신체 상황에 알맞은 적절한 칼로리를 소모할 수 있는 선택 운동수에 맞는 운동 프로그램을 제공한다. 칼로리 소모 운동 선택시 IFG는 사용자가 소비하고자하는 소모 칼로리를 입력받고, 사용자의 신체

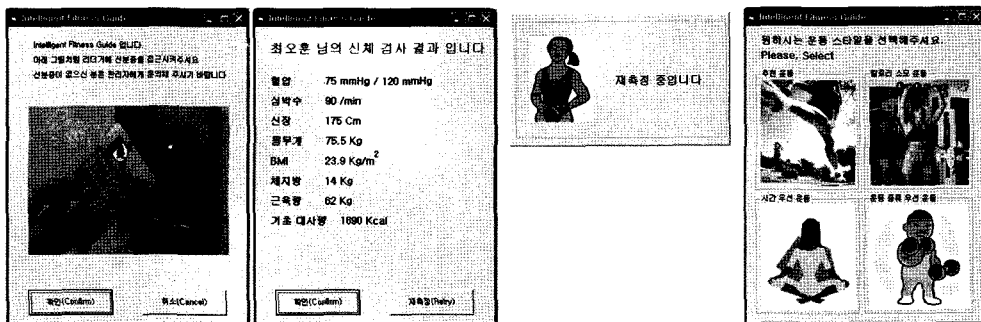


그림 8 IFG 초기 화면 및 운동 선택 화면

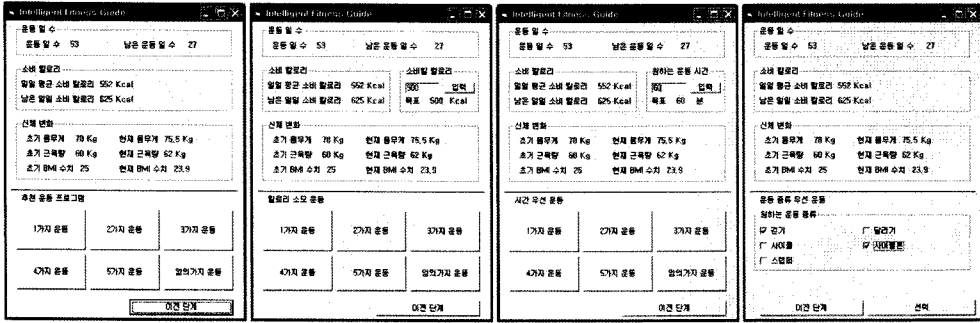


그림 9 운동 스타일별 인터페이스



그림 10 운동 가지 수에 따른 운동 프로그램 화면

한계 수준에 알맞도록 운동 시간 및 운동 종류를 선택하여 운동 프로그램을 제공한다. 시간 운동 선택 시에는 사용자가 입력한 시간동안 운동 처방에서 제공한 칼로리를 소모할 수 있는 운동 프로그램을 제공한다. 운동 종류 우선 운동이 선택될 경우, 사용자에게 원하는 운동을 선택받아 그 운동을 토대로 운동 프로그램을 제공하게 된다. 그림 9는 운동 스타일별 제공되는 화면이다.

그림 10은 그림 9에서 제공된 1~5 혹은 임의까지 운동이 선택된 후 운동 최적화 알고리즘에 의해 제공되는 운동 프로그램들의 화면이다. 사용자는 IFG에서 제공하는 운동 프로그램들 중 자신이 하고자 하는 운동 프로그램을 선택하여 운동을 진행하거나 이전화면을 통하여 다른 운동 스타일의 운동을 진행 할 수 있다.

사용자가 IFG에서 제공된 운동 프로그램을 통해 운동을 진행하다가 다른 운동 기구로 옮기거나, 운동 프로그램이 완료되지 않은 시점에서 운동을 끝냈을 경우 그림 11과 같은 화면과 함께 상황을 인지하게 된다. 운동 기구를 옮긴 경우엔 IFG는 옮긴 운동 기구를 인지하여 현재까지 운동한 운동량을 EKB에 반영하여 사용자에게 새로운 운동프로그램을 제공하게 된다. 만일 운동을 끝낸 경우라면 현재까지 운동량을 EKB에 반영하고 운동

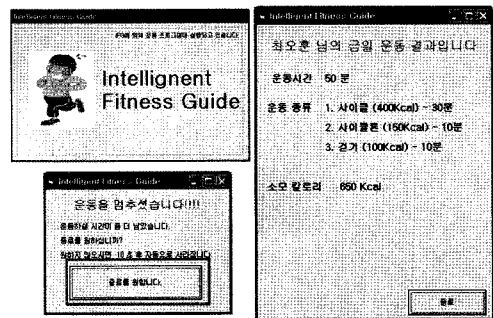


그림 11 운동 중, 운동 변경시, 운동 결과 화면

을 종료하게된다. 또한 운동 프로그램을 통하여 제공된 운동을 모두 완료하였을 경우에도 그 운동량은 EKB에 반영되어 다음번 운동에 반영된다. 그림 11은 운동 중 및 운동을 잠시 멈추었을 때의 화면을 나타내고 있다.

## 5 결론 및 평가

### 5.1 비교 평가

IFG 시스템을 기존 운동 관리 시스템과 비교하면 다음과 같다. 기존 운동 관리 시스템에서 사용되는 운동 가이드 방식은 운동 지도사 방식[16,17], 독립 시스템 방



표 4 IFG와 기존 운동 관리시스템 비교표

관리 방식	운동처방 및 운동관리	운동이력 저장방식	운동기구 상호운용성	데이터 측정방식	운동 프로그램 결정 방식	운동 목적별 운동 프로그램
운동 지도사	2주~3개월 /처방기간 운동관리O	사람, 공책, 메모	없음	운동기구 내장	상담	상담
독립 시스템	2주~3개월 /운동관리 안됨	키보드	없음	운동기구 내장	없음	없음
RFID 시스템	2주~3개월 /운동관리 안됨	RFID 리더	운동기구 → 시스템	운동기구 내장	없음	없음
IFG 시스템	2주~3개월 /처방기간 운동관리O	센서, RFID 리더	운동기구 ↔ 시스템	운동기구 내장, 센서	실시간 재설정 지원	실시간 재설정 지원

식[16,17], RFID 시스템 방식[18]과 본 논문에서 제안하는 문맥인지를 이용한 시스템(IFG) 방식이 있다. 모든 운동 가이드 방식은 운동 처방을 기본으로 하여 작성된 운동 프로그램에 따라 사용자가 적절히 운동할 수 있도록 관리한다는 공통된 목적을 갖고 있다.

표 4는 본 논문에서 제안한 IFG와 기존 운동 관리 시스템을 비교한 표이다.

운동 지도사 방식의 경우, 사용자와 운동 지도사간의 상호작용을 통해 사용자의 운동 목적, 선호하는 운동 종류 등에 따른 운동 관리를 받을 수 있다. 그러나 운동 지도사가 관리할 수 있는 사용자의 수는 한정되어 있고, 운동 중 변화하는 혈압, 칼로리 소모량 등을 고려한 동적인 상황을 고려하여 운동 프로그램을 재설정 해주는 것은 어렵다. 독립 시스템 방식은 운동 기구와 시스템 사이가 네트워크 되지 않으므로 사용자의 신체 변화 및 운동량 등의 입력을 수동으로 입력받아야 하는 단점이 있다. 또한 운동 처방에서 제시된 운동 프로그램을 사용해야 사용자의 운동량을 관리할 수 있다. RFID를 이용한 운동 가이드 방식은 RFID 칩을 통해 사용자별 운동력을 관리한다. 운동 기구에 부착된 RFID 리더기를 통해 사용자의 칩을 인식시키고, 해당 운동량이 관리 시스템에 전송, 저장되도록 한다. 그러나, 사용자의 운동 목적과 신체 상황에 따른 운동 프로그램의 재설정은 지원하지 않는다.

표 4의 4가지 운동관리 방식에서는 운동 처방 측정 시점에서 사용자의 목표 상태에 알맞은 운동 처방을 결정한다. 처방 내용에 따라 주어진 기간 동안 운동하지 않으면 사용자는 목표 상태에 도달하기 힘들며, 운동 지도사 방식처럼 전문가가 직접 운동 관리를 해주지 않는다면 다음 운동 처방전까지 사용자에게 대한 운동관리가 되지 않는다. 또한, 사용자의 신체 상태가 변할 경우, 이를 반영하기 위해서 다음 운동 처방시에 의사결정의 전 과정을 반복해야 한다. 운동 처방은 보통 2주~3개월 간격으로 하는데, 그때마다 시간이 소요되며 비용이 발생된다. 기존 방식과 IFG의 가장 큰 차이점은 사용자의 현재상태와 목표상태 사이의 차이를 줄이기 위한 운동

처방을 이용한 운동 프로그램의 변경가능성의 유무에 있다. 제안한 IFG 시스템에서는 운동처방 측정 시점부터 다음 운동처방 전까지 사용자의 상태 정보를 센서를 통하여 서비스 이벤트로 인지하여 사용자의 현재상태에 따라 운동 프로그램을 재설정하고, 사용자의 상황에 따른 준비된 대안 운동을 찾도록 하는 등의 운동 관리를 지원한다.

IFG 시스템은 다수의 개인이 다수의 운동 기구를 사용하면서도, 운동 처방에서 제시한 운동 목표량을 소모할 수 있도록 한다. 사용자별로 현재 이용 중인 운동 기구에 부착된 센서를 통해 혈압, 칼로리, 시간, 운동량 등을 입력받아 저장한다. 또한, 급작스러운 신체 변화(심박수 증가, 혈압 상승 등)시 사용자 안전을 위하여 적절한 운동 프로그램을 제공한다. 중요한 기능으로 운동 프로그램에 속하지 않은 운동 기구를 사용할 경우, 운동 최적화 알고리즘을 통해 운동 목표량을 소모할 수 있는 새로운 운동 프로그램을 제시한다. 마지막으로 IFG는 운동 이외의 문맥(운동량, 운동시간, 운동기구, 소모 칼로리)을 관리해 줌으로써 사용자는 자신의 신체 목표를 이루기 위하여 운동만을 전념할 수 있는 환경을 제공한다.

## 5.2 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 운동 처방에 따라 자신의 신체적 목표치를 달성하기 위하여 운동 시간의 신체조건 및 운동종류에 따라 실시간으로 변화하는 운동 프로그램을 제공할 수 있는 문맥 인지 모델에 기반 한 지능형 운동 가이드 시스템(IFG)을 제안하고 구현하였다. 최적의 운동 프로그램을 생성하기 위하여 정적인 가상 매쉬상[14,15]에서 운동 종류 별 소비 칼로리를 이용하여, 최소의 비용이 소비되는 운동 순서를 선택하는 운동 최적화 알고리즘을 사용하였으며, 이를 기반으로 구현된 IFG시스템은 운동 처방이 이루어진 시점에서 설정된 운동 목표치를 운동 과정에서 사용자의 신체 상태 및 운동기구의 운동 소모량을 고려하여 재설정 하는 운동 프로그램을 제공한다. IFG를 통해, 사용자는 자신의 신체조건 및 운동 기구에 관계없이 자신이 원하는 운동 기구를 선택하면 운동 처방에서 제시한 목표치를 달성하기 위한 운동

프로그램이 자동으로 제시되며, 사용자의 운동 과정을 효과적으로 관리해 줌으로써 운동 효과를 높일 수 있을 것으로 기대한다. 향후 연구로 IFG시스템의 운동 관리를 위한 입력조건과 학습 규칙을 명세하고, 시뮬레이션을 통하여 운동 효과를 정량적으로 검증하고자 한다.

**참 고 문 헌**

[1] Carsten Sørensen, Youngjin Yoo, Kalle Lyytinen, Janice I. Degross, Designing Ubiquitous Information Environments: Socio-technical Issues and Challenges, p.357, Springer, 2005.

[2] <http://www.linear-software.com/>

[3] <http://www.myotech.com/>

[4] <http://www.fitcentric.com/>

[5] <http://www.dakotafit.com/>

[6] <http://www.csissoftwareusa.com/>

[7] <http://www.aphelioninc.com/guests/products/>

[8] C. J. Caspersen, K. E. Powell, and G. M. Christenson, "Physical activity, exercise, and physical fitness: Definitions and distinctions for health-related research," Public Health Reports, Vol.100, pp. 126-131, 1985.

[9] G. J. Welk, "Introduction to physical activity research," in Physical Activity Assessments for Health-Related research, G. J. Welk, Ed. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers, Inc., 2002.

[10] C. Bouchard, "Physical activity and health: Introduction to the dose-response symposium," Medicine and Science in Sports and Exercise, Vol.33, pp. S347-S350, 2001.

[11] Joseph Giarratano, Gary Riley, "Expert System," PWS Publishing, pp. 4-4, 1998.

[12] A.J. Gonzalez and D.D. Dankel, "The Engineering of Knowledge-Based System : Theory and Practice," Prentice Hall, 1993.

[13] Abowd, G.D., "Software Engineering Issues for Ubiquitous Computing," Proceedings of the 21st International Conference on Software Engineering, 1999, pp. 75-84.

[14] Kintsch, W., "The Role of Knowledge in Discourse Comprehension : A Construction-Integration Model," Psychological Review, Vol.95, No.2, 1998, pp. 163-182.

[15] Ho Shim, Chong Suck, Rim., "Timing-Driven Routing Method by Applying the 1-steiner Tree Algorithm," in Proceedings of IIEEK, Vol.39, No.3 2002, pp. 61-72.

[16] C.Cui et al. "Efficient Overlay Multicast for Modile Ad Hoc Networks," in Proceedings of IEEE WCNC, Mar.2003, pp. 1118-1123.

[17] Anderston, J., Aydin, C.:Evaluating the Impact of Health Care Information System. Intern. J. Tech. Assess, In Health Care, 13(2)(1992), pp. 380-393.

[18] Bardram, J.:Applications of Context-aware Compu-

ting in Hospital Work: Examples and Design Principles, Proceedings of the Symposium on Applied Computing (2004) pp. 1574-1579.



김 정 은

2000년 관동대학교 컴퓨터공학과 졸업(학사). 2002년 숙명여자대학교 컴퓨터공학과 졸업(석사). 2002년~현재 고려대학교 컴퓨터학과 박사과정. 관심분야는 시멘틱웹, 메타데이터, 모델링, 헬스케어 등



최 오 훈

2000년 고려대학교 컴퓨터학과 졸업(학사). 2002년 고려대학교 컴퓨터학과 졸업(석사). 2002년~현재 고려대학교 컴퓨터학과 박사과정. 2005년~2007년 건국대학교 컴퓨터응용과학부 겸임교수. 2002년 라임미디어 테크놀로지 연구원. 2006년 파슨텍 연구원. 관심분야는 온톨로지, 스마트 홈, 메타데이터, 정보통합, 헬스케어 등



나 홍 석

1994년 고려대학교 컴퓨터학과 졸업(학사). 1996년 고려대학교 컴퓨터학과 졸업(석사). 2004년 고려대학교 컴퓨터학과 졸업(박사). 1996~1999년 고려대학교 기초과학연구소 연구원. 2000~2003년 (주) 라임미디어테크놀로지스 대표/연구소장. 2003년~현재 한국디지털대학교 디지털정보학과 교수. 1999년~현재 ISO/IEC JTC1/SC32(데이터 관리 서비스) 위원. 2004년~현재 소프트웨어 모델링 포럼 운영위원. 2004년~현재 모델링 능력 인증 시험 출제/평가 위원. 2005년~현재 WPC(웹프로그래머 자격 인증시험) 출제/평가위원. 관심분야는 메타데이터, 시멘틱웹, 데이터 품질평가, SOA, 이러닝 등



백 두 권

1974년 고려대학교 수학과 졸업(학사). 1977년 고려대학교 대학원 산업공학과(석사). 1983년 Wayne State University 전산학(석사). 1986년 Wayne State University 전산학(박사). 1986년~현재 고려대학교 정보통신대학 교수. 1989년~현재 한국정보과학회 이사/평의원/부회장. 1991년~현재 한국시뮬레이션학회 이사/감사/부회장/회장/고문. 1991년~현재 ISO/IEC JTC1/SC32 전문위원회 위원장. 1997년~1998년 고려대학교 정보전산원 원장. 2002년~2004년 고려대학교 정보통신대학 초대학장. 2003년~2004년 한국정보처리학회 부회장. 관심분야는 데이터 공학, 소프트웨어 공학, 모델링과 시뮬레이션 등