

## 비주얼패스맵을 이용한 고령자 대상의 스마트 운동처방

정 찬 순\*, 함 준 석\*, 고 일 주\*, 허 준 수\*\*

### Smart Exercise Prescription of Elderly Users using Visual Path Map

Chan-Soon Jeong\*, Jun-Seok Ham\*, Il-Ju Ko\*, Jun-Soo Hur\*\*

#### 요 약

고령자를 위한 운동 프로그램은 부처·시설별로 운영되고 있지만, 고령자의 체력상태를 고려한 운동처방과 운동 효과를 시각적으로 제시해주는 것에는 미흡하다. 본 연구에서는 고령자를 대상으로 비주얼패스맵을 이용한 운동처방을 제안한다. 비주얼패스맵은 체력상태에 따른 유형의 분류, 운동처방의 과정, 운동효과를 시각적으로 제시한 것이다. 운동처방은 체력상태 분석, 운동처방 비주얼패스맵, 스마트 운동처방, 고령자 운동의 네 가지 단계로 나누어진다. 첫 번째, 체력상태 분석은 고령자들의 체력검사 값을 기계학습하여 유형별로 체력상태를 분류한다. 두 번째, 운동처방 비주얼패스맵은 고령자의 체력상태에 맞는 운동처방을 제시한다. 세 번째, 스마트운동처방은 고령자의 상황에 맞춰서 운동 당일의 운동처방을 스마트폰으로 제공한다. 네 번째, 고령자 운동은 운동을 수행할 때 운동정보들이 스마트폰으로 제시된다. 본 연구를 통해서 고령자에게 운동의 동기부여가 가능하여 지속적인 운동을 유도할 수 있을 것이다.

▶ Keyword : u-헬스, 비주얼패스맵, 운동처방

#### Abstract

Exercise programs for elderly users are operated by each department and facility, but it is not enough to visualize exercise prescription and effect followed by elderly users physical conditions. The purpose of this study is to suggest exercise prescription for elderly users with a visual path map. A visual path map is to visually present types of users classified according to physical

• 제1저자 : 정찬순 • 책임저자 : 고일주 • 교신저자 : 허준수  
• 투고일 : 2011. 06. 08, 심사일 : 2011. 07. 25, 게재확정일 : 2011. 08. 13  
\* 송실대학교 미디어학과(Dept. of Media, Soongsil University)  
\*\* 송실대학교 사회복지학부(School of Social Welfare, Soongsil University)  
※ 이 연구는 2009년도 송실대학교 교내연구비 지원에 의한 연구임.

strength conditions, the process of exercise prescription, and effects of exercise. Exercise prescription is divided into four stages: analysis of physical conditions, exercise prescription by the visual path map, smart exercise prescription, and exercise for elderly users. The first stage, analysis of physical conditions is to classify physical conditions by each type by mechanically learning elderly users' physical test values. The second stage, exercise prescription by the visual path map, is to present exercise prescription suitable for elderly users' physical conditions. The third stage, smart exercise prescription, is to offer exercise prescription of the day when exercise is carried out using elderly users' smart phones in consideration of their situations. The fourth stage, exercise for elderly users, is to provide information by their smart phones when they exercise. In conclusion, this study will be able to induce elderly users to do continuous exercise by motivating them.

▶ Keyword : u-Health, Visual Path Map, Exercise Prescription

## I. 서 론

통계청은 2010년 한국의 사회지표에서 우리나라 인구의 평균연령의 지표와 전망을 발표했다. 2010년에는 평균연령 38.0세로, 65세 이상의 고령자는 11.0%로 약 인구 10명 중 1명이다. 하지만 2030년의 평균연령은 46.7세로, 65세 이상의 고령자는 24.3%를 차지하면서 약 인구 5명 중 1명이 되어 초고령사회가 될 전망이다[1].

이에 따라 인구고령화 시대를 맞이하기 위해 새로운 의료 패러다임의 변화로 u-헬스가 중요시되고 있다. 지식경제부의 u-헬스 신산업 창출전략에서는 u-헬스 분야를 세가지로 구분하여 u-메디컬은 만성질환자 대상을 치료, u-실버는 65세 이상의 노령자 대상으로 요양 그리고 u-웰니스는 일반인 대상을 건강관리로 하였다[2]. 그 중, u-웰니스는 질병 치료보다 건강 유지 및 향상을 위해 언제 어디서나 운동량을 측정하고 관리할 수 있도록 서비스를 제공하는 것이다[3]. 2010년 국내 u-웰니스 시장은 국내 u-헬스 시장의 1조6,800억원 중 1조200억원의 높은 비중을 차지할 것으로 전망되며, 2014년에는 3조원 중 2조원 규모로 예상된다. 세계 u-웰니스 시장은 2007년의 554억 달러에서 2011년에는 1,072억 달러까지 증가할 전망이다[2]. 최근 노후에 대한 준비와 경제적 수준이 높아져서 수명의 연장만이 아닌 노후에 대한 삶의 질과 가치관의 변화로 패러다임이 전환되고 있다.

고령자가 체육활동을 하게 된 직접적인 이유로는 건강 유지 및 증진(84.9%)이 가장 높았으며, 여가선용(9.1%), 자기만족(4.5%) 순으로 나타났다[4]. 이와 같이 고령자를 위한 운동처방은 건강의 유지 및 증진에 방향을 맞춰서 고령자

의 건강상태와 체력상태에 따른 운동처방이 이뤄져야 할 것이다.

우리나라 노인이 주로 참여하고 있는 체육활동 종목은 특별한 기구 없이 참여할 수 있는 걷기(68.6%)가 가장 높게 차지하였으며, 등산(7.9%), 수영(4.3%), 자전거와 사이클(4.1%), 보디빌딩과 헬스(3.5%), 맨손체조와 줄넘기(1.9%) 순서로 나타났다. 체육활동을 하는 장소는 집 주변의 정원/골목/공터/약수터(60.0%), 야외의 산/강/들판(10.7%), 공공체육시설(7.3%), 노인여가복지시설(5.7%) 순으로 체육시설 밖에서 참여하는 경향이 높았다[4].

최근 ACSM(American College of Sports Medicine: 미국스포츠의학회)의 2011년 전세계 피트니스 트렌드의 결과에서는 노인층을 위한 피트니스 프로그램이 2위를 차지하였다. 그 이유는 베이비붐 세대의 은퇴 시기와 맞물려 피트니스 프로그램이 고령층을 위해서 개발되고 있기 때문이다. 미국과 비교하면 한국의 베이비붐의 세대는 50대 중반으로, 과거 동일 연령대에 비해 경제적으로 여유롭고, 전반적으로 삶의 질에 관심이 높아진 것이 특징이다[5]. 또한 2010년 가계 금융 조사결과에서 연령대의 순자산은 50대가 가장 많았으며, 그 다음으로 60대 순서로 나타났다[6]. 향후 고령자를 위한 운동처방에는 시간과 경제적인 여유가 많은 50대의 예비 고령자를 포함해서 제공이 되어야 한다. 또한 고령자들의 연령, 성별, 건강상태, 기호에 따른 개인의 특성 및 능력을 고려한 여가활동의 프로그램 지원과[7] 운동프로그램 종류의 한계를 보완하여 제공되어야 한다.

본 논문에서는 비주얼패스맵을 이용하여 고령자를 위한 운동처방을 기계학습으로 체력상태의 연령과 비만도를 유형별로 분류하여 제공할 수 있도록 연구하였다. 운동처방은 최종

운동목표에 따라 중간 운동목표가 두가지로 나누어져서 비주얼패스맵에 제시하면, 고령자는 선호하는 운동종목을 선택한다. 운동당일이 되면 고령자에게 스마트폰으로 운동처방 비주얼패스맵을 기본으로 하여 날씨정보와 심박정보 그리고 누적 운동량 정보를 이용하여 스마트운동처방이 제공된다. 고령자가 운동을 하면 목표운동량과 수행운동량을 비교하여 체력상태의 유형이 비주얼패스맵상에서 이동되어 시각적으로 확인할 수 있도록 제시하여 운동효과를 피드백하였다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 운동처방과 스마트폰의 관련 연구를 설명하고, 3장에서는 국내 고령자를 위한 운동프로그램의 현황을 설명한다. 4장에서는 운동처방을 위한 비주얼패스맵으로 체력상태의 유형, 운동처방 비주얼패스맵, 스마트운동처방, 고령자의 운동 단계로 나누어서 설명한다. 마지막 장에서는 결론 및 향후 연구방안을 제시한다.

## II. 관련 연구

### 1. 고령자를 위한 운동처방

운동처방은 성별, 연령, 건강상태, 체력수준 등에 맞춰서 운동형태, 운동강도, 운동시간, 운동빈도 등을 제시하는 것으로서 개인의 건강과 체력의 향상 및 증진을 목표로 하고 있다[8].

운동형태는 운동의 목적이 우선으로 고려된다. 예를 들어, 호흡 순환계 강화를 목적으로 운동을 할 경우에는 유산소 운동이 효과적이다. 또한 근력을 강화하기 위해서는 웨이트 트레이닝이 적합하다. 고령자들에게는 신체활동 능력을 높이는 것이 중요하기 때문에 심폐지구력, 근력, 유연성 등을 향상시키는 운동이 제공된다.

운동강도는 일정시간 동안에 수행하는 운동량으로 운동처방의 요소 중 가장 중요하다. 운동강도는 시간당 수행하는 운동량이 많을수록 커진다. 운동강도는 운동의 목적, 연령, 체력수준 등에 따라 결정될 수 있다. 고령자들에게는 운동강도가 높아지면, 쉽게 피로해질 수 있으며, 부상 가능성도 있다. 또한 고령자는 체력수준의 개인차가 크기 때문에 운동강도를 적절하게 설정해야 한다.

운동시간은 정해진 운동강도로 얼마나 오랫동안 운동을 지속할 수 있는 정도이다. 운동시간은 체력수준, 건강상태, 운동 목표 등으로 결정된다. 고령자들은 생리적인 자극에 대하여 적응과 회복하는 능력이 낮기 때문에 운동시간을 짧게 하고, 자주 반복할 수 있도록 제공해야 한다.

운동 빈도는 1주일 동안에 실시하는 운동프로그램의 총 횟

수로 운동목표, 운동형태, 운동강도, 운동시간 등으로 설정된다. 고령자에게는 하루에 할 수 있는 운동량을 줄여주고, 운동빈도를 자주하여 신체활동능력을 높여주어야 한다.

ACSM과 미국심장학회(American Heart Association: AHA)의 고령자 운동권장량은 중강도의 유산소운동은 주 5회 30분씩 또는 고강도 유산소운동은 주 3회 20분을 실시한다. 그리고 저항성운동은 10~15회 반복하여 주 2~3회 실시하며, 평형성 운동을 추천하고 있다[9].

### 2. U-헬스를 위한 스마트폰

방송통신위원회의 2010년 12월 기준으로 스마트폰의 연령대별 가입자 현황을 보면, 60대(1.7%), 70대이상(1.0%)이 2.7%를 차지하였으며, 50대(6.0%)의 예비고령자를 포함하게 되면 8.7%를 차지하였다[10]. 향후 고령화를 위한 스마트폰의 시장은 중요하게 자리잡게 될 것이다.

최근 스마트폰에는 나이키 플러스 또는 아디다스의 마이크로치, 웨이트트레이닝 등의 운동 어플리케이션들이 출시되면서 언제 어디서나 운동량을 측정, 관리할 수 있도록 제공되고 있다.



그림 1. 나이키 플러스  
Fig. 1. Nike Plus

나이키는 나이키 플러스 운동화와 운동 측정 센서, 그리고 아이팟 또는 아이폰을 갖추고 걷기 또는 달리기를 하면, 실시간으로 운동시간, 소모칼로리, 운동거리, 운동속도 등을 확인할 수 있다. 나이키 플러스 웹사이트를 통해서 운동 후의 운동결과를 웹사이트와 동기화하여 저장할 수 있으며, 운동 과정을 보거나 운동 목표를 설정하여 운동을 할 수 있다. SNS 기능의 챌린지 모드 제공은 다른 사람들과 함께 운동에 참여하여 운동의 목표를 갖고 도전할 수 있다. 또한 친구등록으로 서로 메시지를 나누면서 격려 또는 경쟁을 할 수 있어 지속적인 운동을 할 수 있는 동기를 부여하고 있다[11].

아디다스 마이크로치는 운동을 할 때 개인 트레이너에게 운동을 받듯이 실시간으로 음성 코칭이 제공된다. 음성코칭 방법은 사용자가 원하는 운동 방식으로 선택할 수 있다. 또한 사용자가 원하는 운동의 목표를 선택하면 목표달성을 위해서 운동

스케줄을 제시해 주고 있다. 운동 후에는 스마트폰의 어플리케이션과 웹사이트가 연동되어 운동기록과 운동분석을 확인할 수 있도록 제공해주고 있다[12].



그림 2. 아디다스 마이코치  
Fig. 2. Adidas MiCoach

최근 나이키와 아디다스는 심박수를 체크할 수 있는 심박수 측정센서와 연동할 수 있는 제품들이 출시되었다. 나이키에서는 심박수 측정 센서와 아이팟 또는 아이폰을 연동하게 하였고, 아디다스 마이코치에는 심박수 측정 센서와 마이코치 패시서 또는 마이코치존을 연동되어 심박수에 따라서 운동 강도를 조절하여 운동을 할 수 있도록 제공해 주고 있다. 하지만, 두 제품은 스마트폰의 어플리케이션과 연동되지 못하고 사용하는 한계가 있다.

그 외에 윗몸일으키기, 팔굽혀펴기 등의 어플리케이션들이 소개되고 있다. 운동이 끝나면 운동결과는 SNS 서비스와 연동되어 자신의 운동량을 다른 사람들에게 보여주는 기능도 제공되어 운동을 지속적으로 할 수 있도록 동기를 부여해주고 있다.

다양한 운동 어플리케이션들이 출시되고 있지만, 아직까지는 사용자가 선택한 운동에 대한 운동량을 측정 또는 관리만 하고 있어 체력상태에 맞추어 운동처방을 제공해 주는 것에는 한계가 있다.

표 2 노인복지관의 노인운동프로그램 및 평균 참여인원 현황

Table 2. Current status of exercise programs for the elderly in welfare facilities for the elderly and average numbers of participants

구분	프로그램수(개)	평균 참여인원수(명)	구분	프로그램수(개)	평균 참여인원수(명)
스포츠댄스	134	145.27	단전호흡	52	79.06
체조	129	101.37	에어로빅	47	63.41
요가	119	57.58	게이트볼	32	27.63
신체운동	69	60.52	기타구기	30	38.24
탁구	68	39.92	우리춤(장수춤)	27	49.77

### III. 국내 노인운동프로그램 현황

고령자를 위한 국내의 노인운동프로그램은 보건복지가족부, 국민건강보험공단, 문화체육관광부 등으로 나뉘어져서 노인의 건강증진과 여가활동 등을 목적으로 지원하고 있다. 운동시설에는 노인여가복지시설과 지역복지 및 지역보건의료시설 그리고 공공체육시설이 있다[13]. 본 장에서는 노인여가복지시설의 운동프로그램 현황, 국민건강보험공단의 노인운동사업 그리고 고령자의 생활체육 참여실태를 살펴본다.

#### 1. 노인여가복지시설의 운동프로그램 현황

노인여가복지시설은 노인들에게 여가활동을 제공해주는 시설로서 노인복지관, 경로당, 노인교실, 노인휴양소 4가지 유형으로 구분된다. 그 중, 노인복지관은 60세 이상 노인의 교양/취미 및 사회활동 등의 정보를 제공하고, 건강증진 및 질병예방 그리고 노인의 복지증진에 필요한 서비스를 제공하고 있다[13].

2009년 전국의 노인복지관 중 177개소의 조사결과[14]에 따르면, <표 1> 노인복지관의 노인운동프로그램 수는 6개~10개(50.9%)가 가장 높았으며, 1개~5개(28.1%), 11개~34개(17.5%)의 순서로 나타났으며, 노인운동프로그램은 평균 7.80개를 실시하고 있었다.

표 1. 노인복지관의 노인운동프로그램 수

Table 1. The number of exercise programs for the elderly in welfare facilities for the elderly

노인운동프로그램 수	노인복지관(개소)	비율(%)
실시안함	6	3.5
1개 ~ 5개	48	28.1
6개 ~ 10개	87	50.9
11개 ~ 34개	30	17.5
계	171	100.0

표 3. 국민건강보험공단 지사별 운동시설 운영 현황 및 노인운동 실적

Table 3. Current status of exercise facilities in each branch of National Health Insurance Corporation and achievements of exercise for the elderly

지역본부명	노인운동 사업지사수 (개소)	운동시설 운영 현황 (단위:개소)							노인운동 실적		
		경로당	마을 회관	사회복지시설	운동 시설	시설 기관	기타	계	실시 횟수 (회)	참여 인원수 (명)	평균 참석률 (%)
서울지역본부	48	886	25	72	83	23	18	1,107	39,843	20,996	90.1%
부산지역본부	36	489	60	30	35	45	34	693	25,172	13,320	90.2%
대구지역본부	30	338	120	12	19	12	19	520	18,783	10,567	92.0%
광주지역본부	41	465	114	43	32	25	31	710	26,154	15,439	84.4%
대전지역본부	30	368	89	18	21	23	25	534	19,270	10,925	89.6%
경인지역본부	42	778	74	73	23	49	27	1,024	35,480	20,955	86.8%
계	227	3,314 (72.2%)	482 (10.5%)	248 (5.4%)	213 (4.6%)	177 (3.9%)	154 (3.4%)	4,588	164,702	92,202	88.9%

<표 2> 노인복지관의 노인을 위한 운동프로그램 현황은 스포츠댄스(134개)가 가장 많았으며, 체조(129개), 요가(119개), 신체운동(69개), 탁구(68개), 단전호흡(52개) 순으로 나타났다.

노인복지관의 운동프로그램은 다양한 명칭으로 운영되고 있었으며, 체조는 건강체조, 건강생활체조, 우리춤체조, 덩더쿵체조, 장수춤체조 등이 있었으며, 요가는 실버요가, 웰빙요가, 생활요가, 건강요가 등이 운영되었고, 스포츠댄스는 댄스스포츠, 실버포크댄스, 시니어사교댄스, 실버건강댄스, 웰빙댄스 등이 있었다. 신체운동에는 실버태극권, 배드민턴, 스트레칭, 수영, 헬스, 검도, 운동치료 등이 있었으며, 기타 구기에는 그라운드골프, 포켓볼, 당구 등으로 운영되었다.

<표 2> 노인복지관의 노인운동프로그램에 평균 참여인원수는 스포츠댄스는 145.27명으로 가장 많았으며, 체조는 101.37명, 단전호흡은 79.06명, 에어로빅은 63.41명, 신체운동은 60.52명 순서로 참여하였다.

노인복지관의 고령자를 위한 운동프로그램은 다양하게 운영되고 있었다. 하지만, 운동프로그램은 체력상태에 따라 제공되고 있지 못하기 때문에, 고령자의 체력상태에 맞춘 운동 프로그램 수준이 세분화되어 제공해야 한다.

## 2. 국민건강보험공단의 노인운동사업 현황

국민건강보험공단의 노인운동사업[15]은 2005년부터 고령자의 신체활동 능력을 향상시킴으로써 노인성질환의 예방과 신체적, 정신적인 건강을 유지하여 고령화사회에 능동적으로 생활하는 것을 목표로 시작되었다.

노인건강운동사업은 65세 이상의 고령자를 대상으로 하고 있으며, 운동장소는 경로당, 마을회관, 공원 등에서 운영되고 있다. 또한, 3개월간 주 3회씩 하여 총 36회의 운동을 노인체조, 건강춤, 게이트볼, 스트레칭 등의 다양한 운동으로 실시하고 있다. 2005년은 1,219개의 운동프로그램에 약 30,000명의 고령자가 참여했고, 2006년은 3,028개의 프로그램에 69,000명의 고령자가 참여하였다.

<표 3>의 2007년 국민건강보험공단의 노인운동사업은 227개 지사가 참여하였으며, 서울지역본부(48개소)로 가장 많았으며, 경인지역본부(42개소), 광주지역본부(41개소), 부산지역본부(36개소), 대구지역본부(30개소)와 대전지역본부(30개소) 순이었다.

<표 3>의 노인운동프로그램의 시설별 운영 현황은 경로당 3,314개소(72.2%)로 가장 많이 운영되고 있었고, 마을회관 482개소(10.5%), 사회복지시설 248개소(5.4%), 운동시설 213개소(4.6%), 시설기관 177개소(3.9%), 기타시설 154개소(3.4%)의 순으로 나타났다.

2007년 국민건강보험공단에서 실시한 노인운동사업의 총 참여인원은 92,202명으로 70~79세(48.7%)가 가장 많이 참석했고, 60~69세(26.4%), 80~89세(19.3%), 59세이하(3.8%), 90세이상(1.7%) 순으로 참여했다. 성별로는 여자(83.2%), 남자(16.8%) 순으로 참여했으며, 참여율은 남자에 비해 여자가 약 5배 차이를 보였다.

<표 3>의 노인운동 실시횟수는 164,702회로 실시되었고, 서울지역본부(39,843회)가 실시횟수가 높았으며, 경인지역본부(35,480회), 광주지역본부(26,154회), 부산지역본부(25,172회) 등의 순으로 실시되었다. 12주간의 노인운동프로그램은 88.9%의 평균참석률을 나타냈고, 대구지역본부(92.0%)가 참석률이 가장 높았으며, 부산지역본부

(90.2%), 서울지역본부(90.1%), 대전지역본부(89.6%), 경인지역본부(86.8%), 광주지역본부(84.4%) 순서로 나타났다.

<표 4>의 노인운동프로그램은 체조, 춤, 구기, 기구운동, 걷기, 수상이 운영되었으며, 체조(84.0%)는 맨틀체조, 기공체조, 실버체조 등으로 3,852회로 가장 많이 운영되었다. 춤(10.9%)은 장수춤, 전통무용 등으로 499회, 구기(4.2%)는 탁구, 게이트볼 등으로 192회, 기구운동은 38회, 걷기는 4회, 수상은 3회 순으로 운영되었다.

표 4. 국민건강보험공단 지사별 노인운동프로그램 운영 현황  
Table 4. Current status of exercise programs for the elderly in each branch of National Health Insurance Corporation

지역본부명	체조	춤	구기	기구 운동	걷기	수상	계
서울지역본부	905	102	100	0	0	0	1,107
부산지역본부	565	95	16	14	3	0	693
대구지역본부	456	38	21	3	1	1	520
광주지역본부	574	108	25	3	0	0	710
대전지역본부	451	65	17	0	0	1	534
경인지역본부	901	91	13	18	0	1	1,024
계	3,852 (84.0%)	499 (10.9%)	192 (4.2%)	38 (0.8%)	4 (0.1%)	3 (0.1%)	4,588 (100%)

국민건강보험공단의 노인운동사업은 시설에 대한 접근성이 용이하여 운동프로그램의 참여율이 높았다. 하지만, 운동의 종료 후에 지속적인 운동참여는 한계가 있었다. 또한 노인의 체력상태와 희망운동종목에 맞춰서 운동참여가 될 수 있도록 다양한 운동프로그램을 제공되어야 한다.

### 3. 고령자의 생활체육 참여 실태

문화체육관광부의 2010년 국민생활체육참여 실태조사 결과[16]에서 <표 5>의 고령자가 주로 참가하는 체육활동 운동종목은 걷기가 가장 높았으며, 등산, 헬스, 체조 등의 순서로 나타났다. 연령대별로 살펴보면, 걷기는 70대 이상이 60대보다 높았으며, 등산은 60대가 70대 이상보다 높게 나타났다. 성별로는 걷기운동은 남자보다 여자가 높았으며, 등산은 여자보다 남자가 높았다. 체조와 요가는 70대 이상의 여자가 많았으며, 수영과 에어로빅은 60대 여자가 높았다. 하지만, 자전거와 골프는 60대 남자가 높았다.

표 5. 고령자가 주로 참가하는 체육활동 운동종목  
Table 5. Types of major sports activities participated by the elderly

구분	60대	70대 이상	남자		여자	
			60대	70대 이상	60대	70대 이상
걷기	526	684	469	620	588	737
등산	194	7.3	27.1	10.6	11.3	4.7
헬스	5.3	3.9	6.3	5.6	4.1	2.2
체조	2.4	5.9	2.0	3.5	2.9	7.6
자전거	4.3	2.6	6.3	4.9	2.0	0.6
수영	3.9	1.0	0.4	0.0	7.5	1.8
댄스스포츠	1.0	1.9	0.0	0.0	2.1	3.5
요가	0.8	2.2	0.0	0.7	1.7	3.5
에어로빅	1.9	0.0	0.0	0.0	3.8	0.0
배드민턴	1.2	0.6	1.1	1.4	1.3	0.0
골프	1.2	0.0	2.0	0.0	0.4	0.0

<표 6>은 고령자가 주로 참여하는 체육활동의 장소를 나타낸다. 공원과 약수터/등산로가 높게 이용하였으며, 학교운동장, 공터/아파트단지, 고수부지 등의 순서로 나타났다.

표 6. 고령자가 주로 참여하는 체육활동의 장소  
Table 6. Venues for sports activities participated largely by the elderly

구분	60대	70대 이상	남자		여자	
			60대	70대 이상	60대	70대 이상
공원	17.9	21.4	17.3	21.1	18.3	21.6
약수터/ 등산로	25.3	13.1	32.7	18.3	17.5	8.8
학교운동장	12.1	13.4	11.4	8.5	12.9	17.5
공터/ 아파트단지	7.1	11.5	7.0	12.7	7.1	10.5
고수부지	6.9	7.0	4.7	7.0	9.2	7.0
기타공공 체육시설	3.2	2.2	3.5	2.1	2.9	2.3
기타사회 복지시설내의 체육시설	0.6	3.2	0.0	2.1	1.3	4.1
종합 스포츠센터	2.9	0.7	0.0	0.0	5.8	1.2
시설 체력단련장	2.4	1.0	2.8	2.1	2.1	0.0
운동장	1.6	1.0	0.4	1.4	2.9	0.6
시설종합 스포츠시설	1.0	0.3	0.8	0.0	1.3	0.6
시설골프장 및 골프연습장	1.4	0.0	2.0	0.0	0.8	0.0
상기체육시설 에 속하지 않은 시설	12.1	12.8	13.0	15.5	11.3	10.5

연령대로 보면 약수터/등산로는 60대가 가장 높았으며, 사설골프장 및 골프연습장은 60대에서만 이용하였다. 공원과 공터/아파트는 70대 이상이 가장 높았다. 종합스포츠센터와 운동장은 60대 여자가 높았고, 기타사회 복지시설내의 체육 시설에는 70대 이상의 여자가 이용이 높았다.

고령자의 운동프로그램 참여 현황 결과에서 남녀의 운동참여율은 많은 차이가 났으며, 연령대에 따라서 참여하는 운동종목이 다르게 나타났다. 따라서, 노인의 특성을 고려하여 연령별, 성별, 체력상태를 구분하여 노인맞춤 운동프로그램을 제공할 수 있을 것이다.

3장의 국내 노인운동프로그램 현황처럼 고령자를 위한 운동프로그램은 각 부처별, 시설별로 다양하게 운영이 되고 있지만, 고령자의 체력상태에 따라서 운동을 처방한 후 운동을 참여하는 것에는 한계가 있었다. 또한 고령자가 선호하는 운동과 실제로 운동에 참여하는 운동프로그램에는 차이가 있었다.

이것을 기반으로 4장에서는 비주얼패스맵을 이용하여 기존의 운동처방과 세 가지 차별성을 갖도록 한다. 첫 번째, 고령자의 체력측정 결과값이 입력되면 체력상태의 유형에 맞는 운동처방을 제공한다. 두 번째, 제공된 운동처방은 고령자가 선호하는 운동처방을 직접 선택할 수 있도록 한다. 세 번째, 운동효과를 시각적으로 제공하여 현재 체력상태에 따라 예상 운동결과를 제시해준다.

#### IV. 고령자 대상 비주얼패스맵을 이용한 운동처방

비주얼패스맵은 체력상태의 연령대와 비만도에 따라 특성 군집의 유형을 알려주고, 체력상태의 유형별로 운동처방의 과정과 운동을 수행한 후의 운동효과를 시각화한다.

고령자를 위한 운동처방 비주얼패스맵 단계는 <그림 3>과 같이 체력상태 분석, 운동처방 비주얼패스맵, 스마트 운동처방, 고령자의 운동으로 4단계로 나뉘어진다. (a)체력상태 분석은 성별, 연령, 혈압, 심박수, BMI, 전신지구력, 근력, 근지구력, 유연성, 평형성의 체력검사 값들을 기계학습하여 고령자의 체력상태를 유형별로 분류한다. (b)운동처방 비주얼패스맵은 고령자의 체력검사 값이 입력되면, 체력상태에 맞는 운동처방을 최종 운동목표에 따른 중간 운동목표를 두 가지로 제시하여 고령자가 선호하는 운동처방을 선택하게 한다. (c) 스마트운동처방은 운동 일정에 따라 운동하는 날의 운동처방 정보와 고령자의 심박수 정보와 누적운동량 정보, 날씨정보를

고려하여 고령자에게 맞는 운동처방이 스마트폰으로 제공된다. (d)고령자의 운동은 운동 수행을 하면, 고령자의 운동량과 심박수, 날씨, GPS 정보들이 DB에 저장된다. DB에 저장된 정보들은 고령자의 운동효과로 이용되어 시각적으로 확인할 수 있게 제공한다. 운동 효과의 피드백은 운동주기가 끝난 후 체력검사 값을 재측정하여 입력하면, 고령자가 체력변화에 따라 체력상태의 군집이 이동되어 고령자의 운동효과를 확인할 수 있다.

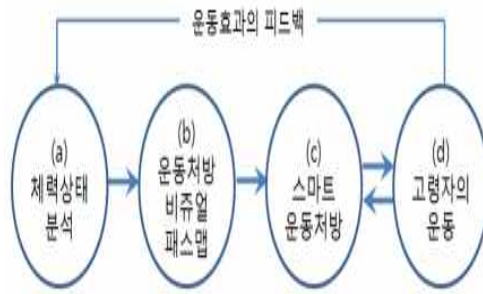


그림 3. 고령자를 위한 운동처방 비주얼패스맵 단계  
Fig. 3. Step of exercise prescription Visual Path Map for elderly users

##### 1. 체력상태 분석

<그림 4>의 특성군집층은 (a)입력층의 10차 입력벡터와 (b)경쟁층의 출력벡터로 구성된다. (a)입력층과 (b)경쟁층은 완전 연결되어 입력벡터에 따라서 체력상태의 유형별로 특성이 군집되어 나타난다.

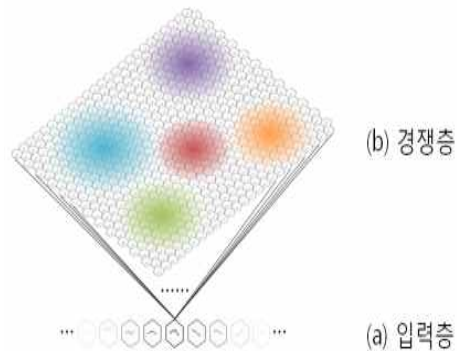


그림 4. 특성군집층  
Fig. 4. Property group layer

##### 1.1 입력벡터 신체체력요인

기계학습을 위한 입력벡터는 체력요인으로 성별, 연령, 혈압, 심박수, BMI(Body Mass Index: 신체질량지수), 전신

지구력, 근력, 근지구력, 유연성, 평형성을 사용하였다. 체력 평가 요인의 정확성을 위해서 국민체력실태조사의 신체체력 요인 항목을 적용하여 전신지구력으로는 6분 걷기, 근력으로는 악력, 근지구력으로는 윗몸 일으키기, 유연성으로는 앉아 윗몸앞으로 굽히기, 평형성으로는 눈뜨고 외발서기를 사용하였다[17].

입력벡터의 요소 중 성별은 신체력요인의 체력범위 분류, 신체조성 평가, 운동능력 등이 남자와 여자가 차이가 있다 [18]. 또한 연령은 생리적 기능이 30대에 최고였다가 그 후에는 매년 0.75~1%씩 기능들이 저하된다[19]. 혈압은 혈관의 벽에 주는 혈액의 압력으로 최고 혈압은 심장이 수축해서 혈관 속으로 혈액을 내보낼 때 가장 높은 것이며, 최저혈압은 심장이 확장해서 심장으로 혈액이 되돌아올 때 가장 낮은 것이다[8].

심박수는 심장이 1분동안 뛰는 횟수를 말하며, 연령, 건강 정도, 운동정도, 온도, 습도 등의 요인들에 의해서 영향을 미친다[18]. 꾸준한 운동을 했을 때 안정시 심박수는 감소된다 [20]. BMI는 몸무게를 키의 제곱으로 나눈 값으로 지방의 양을 추측하여 체지방률을 반영하는 지표이다[8].

전신지구력은 오랜 시간 동안 운동을 수행하는 능력을 말하며, 심폐지구력이라고도 한다. 호흡순환계, 심혈관계의 상태에 따라 운동 수행의 중요한 능력을 결정한다[8]. 근력은 근육군이 발휘할 수 있는 최대의 힘이다[21]. 근력은 물체를 운반한다거나 던지는 등의 신체활동에서 중요한 체력 요인이다. 근지구력은 근육군이 장기간 동안 최대의 힘을 발휘할 수 있는 능력이다[21]. 동일한 운동강도로 반복할 수 있는 능력 또는 특정 근육의 일정부하에 대한 근수축의 지속 능력으로 운동 중 피로감을 저하시키는 영향을 준다.

유연성은 동작을 할 때 관절을 움직일 수 있는 활동 범위에 대한 능력이다[22]. 유연성은 구부리기, 뺨기, 걷기 그리고 계단오르기 등 생활에서 관절을 움직이기 위한 기능들과 연관이 있다. 평형성은 일정한 자세로 신체를 유지할 수 있는 능력이다. 나이가 들면 신체의 균형이 감소되기 때문에 일상 생활을 할 때 중요한 요소 중의 하나이다[8].

1.2 출력벡터 특성군집층

특성군집층은 고령자의 체력검사 값으로 기계학습 SOM을 이용하여 체력상태를 유형별로 분류한다[23]. 특성군집층은 4단계로 나뉘어져서 첫 번째는 경쟁층이 입력벡터가 모두 입력될 수 있도록 연결강도를 임의의 값으로 랜덤하게 초기화한다. 이 때, 입력벡터는 측정된 체력검사 값이 다르기 때문에 0~255의 값으로 정규화하여 입력한다. 두 번째는 입력된 입력벡터는 경쟁층의 모든 뉴런들간의 거리를 계산한다. 그 중

에서 최소거리에 있는 경쟁층의 뉴런을 결정하여 승자뉴런으로 한다. 승자뉴런은 고령자의 체력상태에서 가장 비슷한 패턴이다. 세 번째는 경쟁층의 승자뉴런과 이웃뉴런들은 식(1)처럼 적용되어 연결강도를 재조정하게 된다.

$$\omega_{ij}(t+1) = \omega_{ij}(t) + \alpha(x_i - \omega_{ij}(t)) \dots\dots\dots (1)$$

식(1)의  $x_i$ 는 입력벡터이며,  $\omega_{ij}(t)$ 는 출력벡터로 고령자의 체력상태의 유형을 나타낸다.  $\alpha$ 는 학습률로 0과 1사이의 값으로 학습이 진행됨에 따라 학습률은 감소되고 경쟁층의 범위가 좁혀지면서 줄어든다. 승자뉴런과 이웃뉴런 이외의 뉴런들은 학습률이 적용되지 않는다.

네 번째는 경쟁층이 수렴할 때까지 반복되면서 학습하게 된다. 이 과정으로 SOM 학습이 완료되면 고령자의 체력상태가 유형별로 군집되어 나타난다.

2. 운동처방

운동처방 비주얼패스맵은 <그림 5>와 같이 고령자의 체력 상태에 따른 운동처방을 유형별로 따라 두 가지로 나누어 제공한다. 고령자는 그중에서 선호하는 운동을 선택하여 운동할 수 있으며, 비주얼패스맵의 이동을 통해 운동효과를 시각적으로 확인할 수 있다.

2.1 운동처방 비주얼패스맵

고령자의 체력상태 유형에 따라 한달 주기의 운동처방이 비주얼패스맵에 제시된다. 최종 운동목표의 군집은 고령자의 연령대에 따른 적합한 체력상태의 군집을 제시하고, 중간 운동목표를 두 가지로 나누어서 운동형태와 운동시간, 운동빈도 등의 운동처방을 한다. 이때, 고령자는 선호하는 운동을 선택할 수 있도록 한다. 이러한 과정을 예를 들면 <그림 5>와 같다. 60대의 고령자가 체력검사의 값을 입력하면, 현재 체력 수준은 70대 과제중 군집의 유형으로 분류되었다. 이때, 운동처방 비주얼패스맵은 60대 정상 군집의 최종 운동목표에 따라 중간 운동목표 두 가지가 제시된다. 첫 번째 패스맵은 60대 과제중에 맞춰 (a)걷기 운동을 최대심박수의 40~60%로 주 3회씩 운동을 하였을 때는 체력상태의 향상을 추천한다. 두 번째 패스맵은 70대 정상의 군집에 맞춰서 (b)아쿠아로빅을 주 3회 운동으로 비만도를 낮추는 것을 추천한다.

고령자는 (a)걷기 운동을 선택하여 운동을 수행하면, 운동 효과는 <2.2>와 같이 비주얼패스맵을 통해 시각화하여 제공된다.



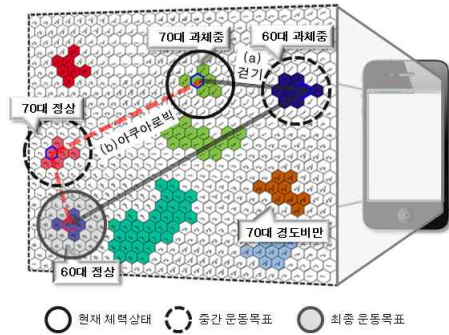


그림 5. 운동처방 비주얼패스맵  
Fig. 5. Exercise prescription Visual Path Map

2.2. 비주얼패스맵을 통한 운동효과 시각화

기존의 운동처방은 <표 7>처럼 표와 글로써 제시된다. 고령자는 운동처방을 보고 1주일에 3회에 맞춰서 운동을 할 수 있지만, 운동의 효과는 시각적으로 확인할 수 없다는 한계가 있다.

표 7. 기존 운동처방의 예  
Table 7. An example of Existing Exercise Prescription

운동종목	주	거리(km)	운동시간(분)	운동횟수
걷기	1주~2주	1.6km	22분	3회
	3주~4주	2.0km	26분	3회

하지만, 비주얼패스맵은 고령자가 운동처방에 따라서 운동을 수행하면 <그림 6>처럼 경로에 따라 이동을 하면서 운동효과를 확인하기 쉽게 시각적으로 제시하고 있다. 또한 운동주기가 끝난 후 체력검사를 재측정하여 입력하게 되면, 체력상태의 유형이 이동되면서 운동효과를 확인할 수 있다.

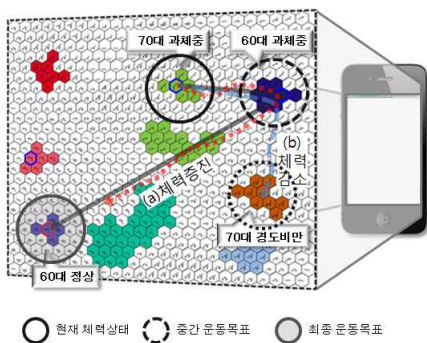


그림 6. 비주얼패스맵의 이동  
Fig. 6. The mobile of Visual Path Map

<그림 6> 비주얼패스맵의 이동은 고령자가 운동처방에 따라 운동을 수행했을 때, 운동효과를 시각화한 것이다. 60대 고령자의 비주얼패스맵 운동처방은 70대 과체중의 현재 체력 상태에서 60대 과체중의 중간 운동목표를 거쳐서 60대 정상의 최종 운동목표로 경로가 제시된다. 고령자가 운동처방처럼 운동을 수행했을 경우에는 (a)체력증진처럼 운동효과를 확인할 수 있다. 하지만, 운동초기에는 비주얼패스맵의 운동처방 처럼 하다가 운동을 중도포기하면 최종 운동목표가 70대 경도비만으로 이동되어 (b)체력감소의 결과로 나타난다. 고령자는 비주얼패스맵의 이동으로 운동의 효과를 시각적으로 확인할 수 있기 때문에 운동후 체력상태의 유형을 확인하면서 운동의 동기를 부여받을 수 있다.

3. u-웰니스 운동서비스

3.1 스마트 운동처방

스마트 운동처방은 비주얼패스맵에서 선택한 운동처방과 <그림 7>의 u-웰니스센터의 심박수, 날씨, 누적운동량 DB정보의 요인들을 분석하여 운동하는 날의 고령자 상태에 맞는 운동강도, 운동시간이 스마트폰을 통해서 제공된다.



그림 7. 스마트 운동처방  
Fig. 7. Smart exercise prescription

스마트 운동처방은 걷기 운동을 하기전과 후에 10분정도 맨손체조나 스트레칭을 할 수 있도록 동영상으로 제공하여 고령자가 따라 할 수 있도록 한다. 영상 24도 습도 75%의 날씨에는 습도가 높기 때문에 운동강도를 평소보다 10% 낮춰서 걷기를 추천한다. 영하 6도 날씨에는 추운 온도로 심박수가 낮기 때문에 걷기를 최대심박수 50%까지 목표로 하여 운동을 할 수 있도록 추천한다. 운동 당일 비가 왔을 경우는 집안에서 할 수 있는 운동을 단계별로 제공하여 운동을 지속할 수 있도록 한다.

3.2 고령자의 운동

고령자가 운동할 때 스마트폰의 화면에는 심박수와 날씨, 그리고 GPS 정보들이 제시된다. 심박수는 스마트폰과 무선 심박센서가 연동되어 고령자의 현재 심박수를 실시간으로 제공한다. 운동시 고령자의 목표심박수를 넘지 않도록 스마트폰을 통해서 알려준다. 날씨는 기상청에서 제공하는 정보를 이용하여 현재의 기온, 습도, 운량, 강수량, 예상강수량 등이 나타난다. GPS는 현재좌표와 이전좌표 정보와 사용자의 신체 정보를 이용하여 운동시간, 운동속도, 운동거리, 운동소모량 등이 제시된다.

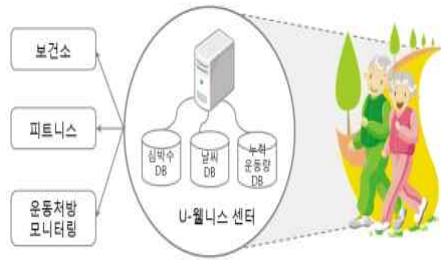


그림 8. u-웰니스 운동서비스  
Fig. 8. Exercise service of u-Wellness

<그림 8>처럼 고령자의 운동정보는 u-웰니스 센터의 심박수DB, 날씨DB, 누적운동량 DB로 나뉘어져 저장된다. u-웰니스 센터의 DB정보는 고령자의 운동과정과 체력상태를 분석하여 운동처방에 제공된다. 또한, 보건소와 피트니스 그리고 운동처방 모니터링에 전송되어 고령자의 운동처방서비스에 활용된다.

심박수 DB는 고령자가 운동할 때의 심박수와 목표심박수가 정보로 저장된다. 개인마다 수행한 운동량은 체력상태에 따라서 달라지기 때문에 목표심박수와 운동심박수를 비교하여 운동시간, 운동강도가 재조정되어 제공한다.

날씨 DB는 고령자가 운동할 때의 날씨상태와 운동시간대가 저장된다. 신체활동량은 날씨에 따라서 영향을 미치기 때문에, 날씨가 매우 춥거나 덥거나 또는 눈, 비가 많이 오는 경우는 신체활동량은 감소하게 된다[24]. 또한 운동시간대에 따른 기온과 습도에 따라 심박수와 운동소모량은 영향을 받기 때문에 이러한 요인을 분석하여 운동시간, 운동강도를 재조정되어 운동처방에 제공한다.

누적운동량 DB는 GPS의 운동시간, 운동속도, 운동거리, 운동소모량 등이 저장된다. 고령자가 수행한 운동량과 제공된 목표운동량을 분석하여 운동처방이 재조정되어 제공한다. 또한 고령자에게 제시된 운동처방에 따라서 운동이 수행하였을 때 비주얼패스맵의 이동으로 고령자의 체력상태를 시각적으로 제시하여 운동효과를 확인할 수 있도록 제공한다.

## V. 결 론

본 논문에서는 스마트폰에서 비주얼패스맵을 이용한 고령자를 대상으로 스마트 운동처방을 제시하였다. 비주얼패스맵을 이용하여 고령자의 체력상태를 유형별로 분류하여 시각적으로 제시해 준다. 또한 고령자의 신체상태 유형에 따른 연령대와 비만도에 따라 운동처방을 제공한다. 운동처방은 최종운동목표에 따라 중간운동목표가 나뉘어져서 고령자가 운동의 종목을 선택할 수 있도록 비주얼패스맵으로 나타났다.

또한 제공된 운동주기가 끝난 후 체력검사 결과값을 재측정하여 입력하면, 체력상태의 유형이 이동되어 운동효과를 시각적으로 제시해준다. 고령자는 자신의 체력상태를 시각적으로 확인함으로써 운동의 경쟁 심리적 요인으로 운동의 동기를 부여 받을 수 있다[25].

본 연구에서는 고령자의 운동 안전성을 위해서 유산소운동에 한정되어 비주얼패스맵으로 제공하였다. 향후 연구에서는 복합운동으로 유산소운동과 저항성운동을 접목하여 고령자의 체력상태에 따라 운동처방을 할 수 있을 것이다. 또한 WHO(World Health Organization; 국제보건기구)가 제안한 체력과 건강상태[26] 그리고 연령대별로[27] 세분화하여 고령자에게 적합한 운동 프로그램을 효과적으로 제공할 수 있을 것이다.

## 참고문헌

- [1] Statistics Korea, "Social Indicators in Korea 2010," pp. 6, 2011.
- [2] Ministry of Knowledge Economy, "New Industry Generation Strategies in u-Health," pp. 2-14, 2010.
- [3] Samsung Economic Research Institute, "Economic Effects and Growth Strategies of u-Health," pp. 20-22, 2007.
- [4] Y. R. Kim, J. G. Yu, S. C. Lee, K. S. Kim, and H. J. Kim, "Study on development of strategy for Sport Promotion of the Aged," SOSFO Korea Institute of Sport Science, pp. 90-166, 2006.
- [5] W. R. Thompson, "Worldwide Survey of Fitness Tren

- ds for 2011," ACSM'S Health & Fitness Journal, Vol. 14, No. 6, pp. 8-17, Nov/Dec. 2010.
- [6] Statistics Korea, "Household Financial Survey 2010," pp. 10-11, 2010.
- [7] J. S. Hur, "Advancing Gerontological Social Welfare Study," ShinJung, pp. 9-22, 2010.
- [8] Korea Institute of Sport Science in Korea Sports Promotion Foundation, "Training Materials for Leisure Sports Instructors Level 1," 2009.
- [9] M. E. Nelson, W. J. Rejeski, S. N. Blair, P. W. Duncan, J. O. Judge, and A. C. King, "Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association," *Medicine & Science in Sports & Exercise*, Vol. 39, No.8, pp. 1435-1445, 2007.
- [10] Korea Communications Commission, "The Current Status of Smartphone-Related Statistics," pp.3, 2011.
- [11] Nike Plus, <http://www.nike.co.kr>
- [12] Adidas miCoach, <http://www.adidas.com/kr/miCoach>
- [13] E. Y. Noh, "A Study on the Activation Plans of Sports for the Elderly in Seoul," Seoul Development Institute, pp. 51-95, 2008.
- [14] Health Promotion Project Support Group in Gwangju Development Institute, "A Study on the Reality and the Improvement of Exercise Programs for the Elderly in Senior Welfare Centers," pp. 54-149, 2010.
- [15] S. Y. Hong, "Effect Analysis of Health Support Program in National Health Insurance Corporation," National Health Insurance Corporation, pp. 94-182, 2008.
- [16] Ministry of Culture, Sports & Tourism, "National Sport Participation Survey in Korea 2010," pp. 187-269, 2010.
- [17] Korea Institute of Sport Science in Korea Sports Promotion Foundation, "National physical Fitness Survey 2009," pp. 77-104, 2009.
- [18] American College of Sports Medicine, "ACSM's Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing and Prescription, 6th ed," pp. 315-330, 2010.
- [19] R. J. Shephard, "Physical Activity and Aging 2nd," Rockville, Maryland, Aspen Publishers, 1987.
- [20] V. A. Cornelissen, and R. H. Fagard, "Effects of endurance training on blood pressure, blood pressure-regulating mechanisms and cardiovascular risk factors," *Hypertension*, 667-675, 2005.
- [21] B. A. Clark, "Tests for Fitness in Older Adults AAHPERD Fitness Task Force," *Journal of Physical Education, Recreation and Dance*, Vol. 60, pp. 66-71, 1989.
- [22] G. J. Holland, K. Tanaka, R. Shigematsu, and M. Nakagaichi, "Flexibility and physical functions of older adults : A review," *Journal of Aging and Physical Activity*, Vol. 10, pp. 169-206, 2002.
- [23] T. Kohonen, "The Self-Organizing Map," *Proceedings of the IEEE*, Vol. 78, No. 9, pp. 1464-1480, 1990.
- [24] J. O. Lee, "Development and Validation of a Weather-Based Physical Activity Index," *Korean Society for Measurement and Evaluation in Physical Education and Sports Science*, Vol. 10 No. 3, pp. 107-118, 2008.
- [25] E. L. Deci, and R. M. Ryan, "The general causality orientations scale: Self-determination in personality," *Journal of Research in Personality*, Vol. 19, pp. 109-134, 1985.
- [26] World Health Organization. "The Heidelberg Guidelines for Promoting Physical Activity among older persons," *Journal of Aging and Physical activity*, Vol. 5, No. 1, pp. 2-8, 1997.
- [27] E. L. Smith, and C. Giligan, "Effects of inactivity and exercise on bone," *The Physician and Sports medicine*, Vol. 15, No. 11, pp. 91-102, 1987.

## 저자 소개



### 정 찬 순

2007 : 숭실대학교 정보과학대학  
원정보미디어학과 공학  
석사.

현 재 : 숭실대학교 미디어학과  
박사과정

관심분야 : u헬스, 감성공학

Email : eruda73@ssu.ac.kr



### 함 준 석

2005 : 숭실대학교 미디어학부  
공학학사.

현 재 : 숭실대학교 미디어학과  
석박사통합과정

관심분야 : 감성공학, 정서인식,  
u헬스

Email : gjboy@ssu.ac.kr



### 고 일 주

1992 : 숭실대학교 전산학과 공학사.

1994 : 숭실대학교 전산학과  
공학석사.

1997 : 숭실대학교 전산학과  
공학박사

현 재 : 숭실대학교 미디어학과  
부교수

관심분야 : 감성공학, 인공감정,  
u헬스

Email : andy@ssu.ac.kr



### 허 준 수

1985 : Clarion University  
사회학과 학사.

1988 : Washington University  
사회사업대학원 석사.

1996 : State University of  
New York 사회복지대  
학원 박사

현재 : 숭실대학교 사회복지학부  
부교수

관심분야 : 노인복지, u-welfare

Email : jshur@ssu.ac.kr