

네트워크 분석 기법을 이용한 운동처방 관리시스템 설계 및 구현

A Design of Prescription management System using Network Analysis Technique

김경훈, 송영재
경희대학교 컴퓨터공학과

Kyoung-Hun Kim(magiclamp@khu.ac.kr), Young-Jae Song(yjsong@khu.ac.kr)

요약

운동이 신체적, 정신적 건강에 긍정적인 영향을 미친다는 것은 수많은 연구를 통해 일반적인 상식이 되었다. 그리고 규칙적인 운동은 체지방 감소와 혈중지질을 감소시켜 비만을 조절하며, 궁극적으로 인간의 삶의 질을 향상시킨다고 보고되어 있다. 본 연구에서는 선행연구를 통해 수영운동치료 관리를 위한 지표들을 도출하였으며, Fuzzy ANP(Alytic Network Process) 기법을 이용하여 지표들간의 상관관계를 모델링하여 가중치를 측정하였다. 측정된 결과를 가지고, 공간 제약 없이 개인별 맞춤 운동처방을 실시간으로 알려주도록 설계 하였다. 그리고 휴대폰, 스마트폰, 노트북 등 모바일 장치를 통해 실시간으로 질환자별 맞춤 관리가 이루어질 수 있도록 환자관리시스템을 구현하고자 한다.

■ 중심어 : | ANP(Alytic Network Process) | 처방 | 네트워크 |

Abstract

It has become general common sense through numerous researches that exercise provides positive impacts on physical and mental health. And it has been reported that regular exercise adjusts obesity by reducing body fat and lipid levels found in the blood and ultimately, it improves human quality of life. In this study, indices for managing swimming exercise therapy were induced through prior researches and weighted value was measured by modelling correlations between indices by using fuzzy ANP (Alytic Network Process) technique. With the determined results, users can be provided with real-time individualized exercise prescription without space constraint. And patient management system was intended to be realized so that tailor-made management per patient can be established on real-time through mobile equipments such as portable phone, smart phone, notebook and etc.

■ keyword : | ANP(Alytic Network Process) | Prescription | Network |

1. 서론

운동이 신체적, 정신적 건강에 긍정적인 영향을 미친다는 것은 수많은 연구를 통해 일반적인 상식이 되었다. 그리고 규칙적인 운동은 체지방 감소와 혈중지질을

감소시켜 비만을 조절하며, 궁극적으로 인간의 삶의 질을 향상시킨다고 보고되어 있다[2]. 하지만 정확하지 않은 동작이나 무리한 운동은 환자에게 유익한 치료 효과가 있기보다는 오히려 환자의 상태를 악화시키거나 심지어 탈구, 골절, 근육손상, 심혈관계 손상 등의 합병증

이나 부작용을 초래할 수 있다[12]. 따라서 운동처방은 각 개인에게 제공되는 신체활동의 권장지침으로 체계적이고 과학적인 지식 및 연구결과를 바탕으로 이루어져야 한다. 또한 운동수행 시 신체적인 안전이 유지되고 상해 발생을 최소화시키는 물론 운동의 효과를 극대화 시킬 수 있는 프로그램의 적용이 필요하다.

운동처방의 분야는 크게 두 분야로 나누어 볼 수 있는데 첫째, 일반인들의 지속적인 건강관리를 통한 질병의 예방 및 재활분야이며 둘째, 병의원의 환자관리와 치료분야로 나눌 수 있다[13]. 특히, 후자의 경우 인간의 평균수명의 연장과 노인 인구의 증가 현상으로 인하여 더욱 중요시 되는 분야이기도 하다[8].

연령증가에 따른 일반적 증상은 근육량 감소(sarcopenia), 신체적 기능저하, 대사성 및 퇴행성 질환의 발생에도 영향을 미칠 수 있다[15]. 또한 여러 건강상의 문제와 신체활동의 불편함, 근·골격계 질환이 야기되며 이와 같은 질환의 발병률은 증가하는 것으로 보고되었다[9].

현재 스포츠의 과학화에 따라 운동처방 분야에서 IT(Information Technology)와 접목한 다양한 연구가 이루어지고 있다. 체력진단 및 운동처방을 위한 컴퓨터 프로그램 개발에 관한 연구를 시작으로 의학적 진단과 체격 및 체력의 측정·평가를 실시하고 운동처방사의 전문성에 입각하여 처방서를 작성, 관리 할 수 있는 운동처방을 위한 소프트웨어 개발에 관한 연구가 이루어졌다[4][11]. 또한, 근골격 질환자를 위한 전문 운동처방 소프트웨어로써 근골격질환 예방과 재활을 위한 운동처방 시스템 개발등이 이루어 졌다[7]. 그러나 기존 연구에서는 맞춤형 서비스가 불가능하며 또한 실시간 환경에 부적합한 단점이 있다.

선행 연구에서는 질환자의 심리 및 컨디션을 고려한

맞춤형 서비스가 이루어질 수 있도록 수영을 통해 느끼는 현상을 측정할 수 있는 요소를 지표화하여 다기준의 결정기법 중 하나인 AHP(Analytic Hierarchy Process) 기법을 통해 우선순위를 도출하였다. 이러한 가중치를 바탕으로 IT 기술 중 하나인 분산환경 시스템을 기반으로 질환자에게 최적화된 운동요법을 제공하는 시스템을 모델링하였다[19].

본 연구에서는 선행연구를 통해 수영운동치료 관리를 위한 지표들을 도출하였으며, Fuzzy ANP(Analytic Network Process) 기법을 이용하여 지표들간의 상관관계를 모델링하여 가중치를 측정하였다. 그리고 휴대폰, 스마트폰, 노트북 등 모바일 장치를 통해 실시간으로 질환자별 맞춤 관리가 이루어질 수 있도록 환자관리시스템을 구현하고자 한다. 따라서 운동치료자와 질환자 모두 실시간으로 자료공유가 가능하며 보다 체계적이고 신속한 환자 맞춤형 서비스가 가능하게 된다.

II. 연구 대상 및 방법

2.1 연구 대상

본 연구의 대상은 수도권 지역의 스포츠센터 수영프로그램에 참가하고 있는 성인 남녀 중 근·골격계질환 및 심혈관계 질환 경험자를 대상으로 질문지를 이용하여 조사하였으며, 질문지 대상자들에 대한 세부 특성은 [표 1][표 2]와 같다.

2.2 연구 방법

본 연구를 위한 조사도구로는 질문지를 이용하였으며, 수영이 정신건강에 미치는 영향에 관한 측정을 위한 질문지는 Derogatis가 Hopkins Symptom Check

표 1. 질문응답자별 질환 유무

구 분	근골격계 질환 경험자	심혈관계 질환 경험자	기타	계
서울시 소재 C 스포츠센터	19	7	11	37
수원시 소재 T 스포츠센터	16	6	8	30
인천시 소재 J 스포츠센터	17	8	4	29
계	52	21	23	96

표 2. 연령별 유효 질문 응답자

구 분	근골격계 질환 경험자	심혈관계 질환 경험자	계
20대	2	0	2
30대	4	2	6
40대	19	6	25
50대	23	11	34
60대 이상	4	2	6
계	52	21	73

List(HSCL)를 발전시켜 만든 Symptom Check List(SCL-90)를 우리 실정에 맞게 재표준화 한 간이정신진단검사지(SCL-90-R) 단축형(BSD)을 본 연구에 맞도록 재표준화하여 사용하였다[6][17]. 그리고 수영을 통한 심리적, 신체적, 환경적, 사회적 만족감을 측정하기 위한 도구로써 Ragheb와 Beard가 개발하고 동기 및 만족도 연구에서 번안하여 사용된 질문지를 참고하여 본 연구에 맞도록 수정 보완하여 개발한 질문지를 사용하였다[3].

2.3 지표 수립

본 연구에서는 수영이 질환자들에게 미치는 영향에 대해 선행 연구자료를 분석하였으며, 이러한 자료를 기초로 수영을 치료 방법으로 활용하는 환자들을 대상으로 운동치료 관리시스템 설계를 위해 아래 [표 3]과 같이 지표를 재정리 하였다.

수영운동 치료 관리를 위한 지표 다섯 가지 항목 중 첫째, 환경적 요인은 수영을 할 때 수영장의 시설이나 장비 등의 중요도를 의미한다. ‘수영장은 깨끗해야 한다’, ‘수영장 및 부대 장비는 최신의 것이어야 한다’와

표 3. 수영운동치료 관리를 위한 지표

항목	지표	설명
환경적 요인	시설 및 장소의 청결성(A1)	운동 시설 및 장소는 깨끗하고 신선하다.
	시설 및 장소의 인테리어(A2)	운동 시설 및 장소는 잘 꾸며져 있다.
	시설 및 장비의 현대화(A3)	운동 시설 및 장비는 최신의 것이어야 한다.
정신건강 요인	불안감 증상(B1)	긴장, 초조, 신경과민 등의 불안과 관련된 신체적 증상
	우울증 증상(B2)	동기의 결여, 활력상실, 절망감 등 감정의 저조
	신체화 증상(B3)	신체적 기능 이상에 대하여 주기적으로 호소하는 증상
신체적 요인	체력 증진(C1)	체력을 증진시킬 수 있다.
	신체적 활력 회복(C2)	신체적으로 활력을 되찾게 해준다.
	스트레스 해소(C3)	스트레스 해소에 도움이 된다.
	신체적 능력에 대한 시험(C4)	내가 하고 있는 수영프로그램을 통해 나의 신체적 능력을 시험 해 볼 수 있다.
심리적 요인	정서적 안정(D1)	수영프로그램은 정서적으로 안정을 갖게 한다.
	흥미(D2)	수영프로그램은 매우 흥미가 있다
	심리적 자신감(D3)	수영프로그램은 나에게 자신감을 준다.
사회적 요인	다른 사람들에 대한 배려(E1)	수영프로그램은 다른 사람을 이해 할 수 있게 해준다.
	동료들과의 관계(E2)	수영프로그램에 참여하는 다른 동료들과의 관계
	치료사와의 관계(E3)	수영프로그램을 지도하는 치료사와의 관계

<참고 1> Unweighted Super Matrix

세부지표	심리적 요인			신체적 요인				환경적 요인			사회적 요인			정신건강 요인		
	흥미 1	자신감 2	정서적 안정 3	신체적 능력에 대한 시험 4	스트레스 해소 5	체력 증진 6	신체적 회복 7	시설 및 장소의 청결성 8	시설 및 장비의 현대화 9	치료사와의 관계 10	동료들과의 관계 11	다른 사람들에 대한 배려 12	신체화 증상 13	우울증 증상 14	불안감 증상 15	
심리적요인	흥미 1'	○														
	심리적 자신감 2'		○													
	정서적 안정 3'			○												
신체적요인	신체적 능력에 대한 시험 4'						○									
	스트레스 해소 5'	○	○	○												
	체력 증진 6'		○		○											
	신체적 활력 회복 7'	○	○		○											
환경적요인	시설 및 장소의 청결성 8'							○		○						
	시설 및 장비의 현대화 9'								○							
	시설 및 장소의 인테리어								○	○						
사회적요인	치료사와의 관계		○											○	○	
	동료들과의 관계		○	○										○	○	
	다른 사람들에 대한 배려		○	○	○									○	○	
정신건강요인	신체화 증상				○	○	○									
	우울증 증상	○	○	○	○										○	
	불안감 증상	○	○	○	○									○		

같이 환경적인 요인이 수영에 미치는 중요도를 의미한다. 둘째, 정신건강 요인은 수영이 정신건강에 미치는 중요도이며, '수영을 통해 몸의 이상을 알 수 있다', '수영은 우울증 해소에 영향을 미친다', '수영은 불안감 해소에 영향을 미친다'와 같은 정신건강에 미치는 영향과 그 중요도를 의미한다. 셋째, 신체적 요인은 수영을 하

면서 느끼게 되는 신체적 상태와 그 중요도를 의미한다. '수영을 통해 나의 체력을 시험해 볼 수 있다', '수영을 하면 스트레스 해소에 도움이 된다', '수영을 하면 체력이 좋아진다'와 같이 신체적 변화에 대한 중요도이다. 넷째, 심리적 요인은 수영을 하면서 느끼게 되는

표 4. 평가지표 간 연관성 분석을 위한 행렬

		환경적 요인				정신건강 요인				신체적 요인				심리적 요인			사회적 요인		
		A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	C4	D1	D2	D3	E1	E2	E3		
환경적 요인	A1	0.00000	0.75000	0.87500	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000		
	A2	0.12503	0.00000	0.12500	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000		
	A3	0.87497	0.25000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000		
정신 건강 요인	B1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.14288	0.14288	0.14288	0.14288	0.00000	0.00000	0.00000		
	B2	0.00000	0.00000	0.00000	1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.85712	0.85712	0.85712	0.85712	0.00000	0.00000	0.00000			
	B3	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1.00000	1.00000	1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1.00000			
신체적 요인	C1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.54693	0.00000	0.76182	0.00000	0.50000	0.00000	0.00000	0.54693	0.00000	0.00000	0.00000		
	C2	0.00000	0.00000	0.00000	1.00000	1.00000	0.34454	0.59469	0.00000	1.00000	0.50000	0.00000	0.66667	0.34454	0.00000	0.00000	0.00000		
	C3	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.10852	0.34037	0.18091	0.00000	0.00000	1.00000	0.33333	0.10852	0.00000	1.00000	0.00000		
	C4	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.06494	0.05728	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000		
심리적 요인	D1	0.00000	0.00000	0.00000	0.24998	0.24998	0.00000	0.24998	0.24998	0.24998	0.00000	0.00000	0.00000	0.83333	0.00000	0.00000	0.29686		
	D2	1.00000	1.00000	1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.16667	0.00000	0.16667	0.08563			
	D3	0.00000	0.00000	0.00000	0.75002	0.75002	0.00000	0.75002	0.75002	0.75002	0.00000	1.00000	1.00000	0.00000	1.00000	0.83333	0.61750		
사회적 요인	E1	0.00000	0.00000	0.00000	0.05448	0.05448	0.00000	0.00000	0.00000	1.00000	1.00000	0.14288	0.00000	0.05448	0.00000	1.00000	0.14288		
	E2	0.00000	0.00000	0.00000	0.18809	0.18809	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.85712	0.00000	0.18809	0.00000	0.00000	0.85712		
	E3	0.00000	0.00000	0.00000	0.75743	0.75743	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.75743	1.00000	0.00000	0.00000		

심리적 상태와 그 중요도를 의미한다. ‘수영을 하면 재미가 있다’, ‘수영을 하면 모든 일에 자신감이 생긴다’, ‘수영을 하면 마음이 편안해 진다’와 같은 심리적 상태를 의미한다. 다섯째, 사회적 요인은 수영을 통해 느끼는 다른 사람들과의 관계와 그 중요도를 의미한다. ‘수영을 할 때 트레이너는 중요한 역할을 한다’, ‘수영을 할 때 동료들과의 관계가 중요하다’, ‘수영을 하면 다른 사람을 배려하게 된다’와 같이 수영을 통해 느끼게 되는 사회적 요인의 중요도이다.

III. Fuzzy ANP 기법을 이용한 가중치 분석

3.1 Fuzzy ANP

본 연구에서는 환자관리를 위한 수영 운동치료 관리 시스템 설계를 위해 지표를 수립하였고, 이 지표들의 가중치와 우선순위를 측정하기 위해 Fuzzy ANP(Analytic Network Process) 기법을 이용하였다.

ANP는 가장 널리 쓰이는 다기준 의사결정기법 중 하나인 AHP의 보다 일반화된 형태로써 역시 Saaty에 의해 개발되었다[20][21]. AHP는 하나의 문제를 여러 계층구조를 가지는 다수의 수준으로 분해하고 각 수준에 존재하는 각 의사결정 요소들이 상호 독립적이라고 가정하고 있다. 그러나 ANP는 이러한 AHP를 의사결정 요소간 의존(dependence)과 피드백(feedback)을 내포하는 다른 문제로 확장시킨다. 이와 같은 개념의 확장은 문제 내에 존재하던 계층 구조를 네트워크 구조로 대체함으로써 의사결정 요소(기준)들간의 복잡한 상호관계성을 포함하게 만든다[20].

본 연구에서는 ANP 기법에 퍼지 이론(Fuzzy Theory)을 적용하였으며, 설문대상자들의 선택에 모호성을 최소화시키기 위해 시도하였다[25].

퍼지이론은 1965년 버클리 대학의 Zadeh교수가 제안한 이론으로 불분명한 수량적 정보와 인간의 사고 및 판단의 부정확성과 애매한 현상을 수학적으로 표현하고자 하였다. 기존의 논리체계는 0 아니면 1인 이치 논리체계(0, 1)로 구성되는 일반집합이다. 그러나 퍼지집합은 하나의 대상이 하나의 값으로 표현되는 것이 아니

라 여러 개의 무한히 많은 값으로 정의되는 다치 논리체계 [0, 1]의 개념이다[23].

Fuzzy ANP는 쌍대비교 과정에서 인간의 판단에 내재된 불명확하고 애매한 불확실성을 다루기 위해 쌍대비교의 결과를 퍼지수로 취급하여 평가기준이나 대안의 상대중요도를 도출하기 위한 의사결정기법이다. Fuzzy ANP 분석과정에서는 각각의 쌍대비교 결과를 퍼지수로 다루어야하기 때문에 Saaty의 고유벡터법을 이용할 수 없다. 따라서 본 연구에서는 ANP 분석과정에서 퍼지수를 다루기 위해 Chang의 Extent Analysis Method on Fuzzy AHP 방법을 응용하였다[16].

쌍대비교를 위한 퍼지 적용 과정은 다음과 같다. 퍼지 쌍대비교 행렬 A가 다음과 같다고 가정하면,

$$A = [a_{ij}] = [(l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})], (i, j = 1, 2, \dots, n)$$

$$= \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix}$$

$i = j$ 인 모든 $a_{ij} = (1, 1, 1)$ 이고, $l_{ij} = \frac{1}{l_{ji}}$, $m_{ij} = \frac{1}{m_{ji}}$, $u_{ij} = \frac{1}{u_{ji}}$ 의 관계가 성립하고, Chang의 퍼지 AHP 적용 절차는 다음과 같다.

1단계, i번째 요소의 Fuzzy Synthetic Extent 값을 E_i 라 하면, E_i 는 다음과 같이 정의된다.

$$E_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} \otimes \left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} \right)^{-1} \quad (1)$$

2단계, 삼각 퍼지수 $M_1 = (l_1, m_1, u_1)$, $M_2 = (l_2, m_2, u_2)$ 에 대하여 $M_2 \geq M_1$ 일 확률의 정도(Degree of Possibility)는 다음과 같이 정의된다.

$$V(M_2 \geq M_1) = hgt(M_2 \cap M_1) = \mu_{M_2}(d)$$

$$\begin{cases} 1, & \text{if } m_2 \geq m_1 \\ 0, & \text{if } l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

여기서 d 는 u_{M_1} 과 u_{M_2} 의 교차점의 x좌표 값을 의미한다.

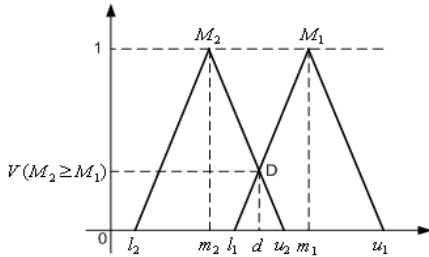


그림 1. M1과 M2의 교집합

3단계, 삼각 퍼지수 M 이 다른 k 개의 퍼지수 $M_i (i = 1, 2, \dots, n)$ 보다 클 확률의 정도(Degree of Possibility)는 다음과 같이 정의된다.

$$\begin{aligned}
 &V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) \\
 &= V[(M \geq M_1) \text{ and } (M \geq M_2) \text{ and } \dots \text{ and } (M \geq M_k)] \\
 &= \min V(M \geq M_i), i = 1, 2, \dots, k.
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

4단계, 특정 요소 $i (i = 1, 2, \dots, n)$ 에 대하여, $w' = \min V(E_i \geq E_j), (j = 1, 2, \dots, n; i \neq j)$ 라고 가정하면, 각 요소들의 가중치 벡터는 다음과 같다.

$$W' = (w'_1, w'_2, \dots, w'_n)^T
 \tag{4}$$

그리고 이를 정규화하면 다음과 같은 각 요소들의 정규화된 가중치 벡터 W 를 구할 수 있다.

$$W = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T
 \tag{5}$$

본 연구에서는 Chang의 알고리즘을 적용하여 쌍대 비교 과정에서 인간의 판단에 내재된 불명확성을 계량화시킴으로써 상대적 중요도를 비교하였다[16].

3.2 ANP 분석을 위한 네트워크 모델 설계

선행연구를 통해 수집된 16개 지표들에 대해 상호 연

관성을 측정하였다. 각 평가지표별 연관성 측정을 위한 행렬은 [표 4]와 같다. 표는 정방행렬 형식으로, 행렬의 열(Column)의 요소가 행(Row)의 요소에 영향을 미치는 정도를 평가하게 된다. 행렬의 열의 요소가 행의 요소에 영향을 미치는 정도에 따라 최소 1점에서부터 최대 7점까지 평가값을 입력하면 된다. 아무런 값이 입력되지 않은 경우, 행렬의 열의 요소가 행의 요소에 아무런 영향을 주지 않는 것을 의미한다.

최종적으로 평가지표 간 연관성 네트워크를 설계하기 위해 미국 텍사스 인스트루먼트사의 DSEG(Defence System and Electronics Group, 현재는 Raytheon TI System 이라고 함)이 제안한 ‘결함률을 이용한 시그마 계산법’을 사용하였다. 이 방법은 시그마 수준을 측정하는 기법으로 표본 평점이 측정 구간 값의 50% 이하인 것을 결함(Defect)으로 취급하여 문항별 혹은 전반적인 만족도에 대한 단위당 결함수(DPU)를 계산하고 이것을 다시 시그마 수준으로 환산하는 방법이다. 따라서 본 연구에서는 요인들의 연관성 정도를 측정하는데 ‘결함률을 이용한 시그마 계산법’을 적용하였다. 즉, 본 연구에서는 각 평가지표들의 연관성을 측정 후, 표본 평점이 측정 구간의 50% 이하인 평가지표들은 결함으로 판단하여 연관성을 두지 않았다.

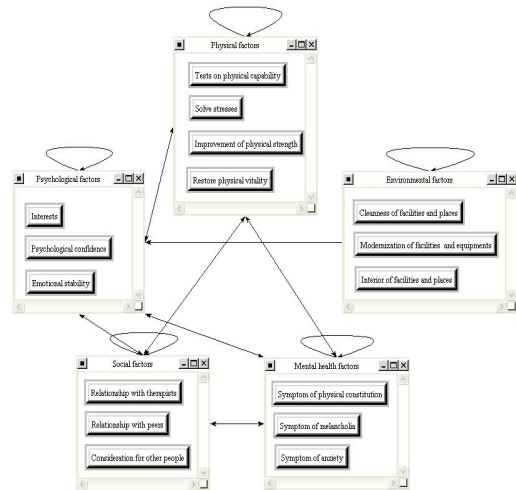


그림 2. 수영운동치료 관리를 위한 지표 간 네트워크 모델

[그림 2]는 [표 4]의 결과를 바탕으로 각 항목별 · 지

표별 상관관계를 네트워크 모형으로 설계한 것이다. [그림 2]에서 보느냐와 같이 환경적 요인을 제외한 나머지 4개 항목이 자기 자신뿐만 아니라 다른 항목에게도 영향을 미치는 것을 확인할 수 있다.

Fuzzy ANP 기법을 이용한 가중치 도출 과정을 요약하면 [표 5]와 같다.

표 5. Fuzzy ANP기법을 이용한 가중치 도출 과정

- ① QFD 기법을 응용하여 각 평가지표 간 연관관계를 고려한 네트워크 모델의 수립
- ② 설문자를 대상으로 쌍대비교를 통해 데이터의 수집
- ③ 쌍대비교를 통해 수집된 데이터의 퍼지 이론 적용
- ④ 5개 항목에 대한 우선순위 즉, Cluster Matrix 도출
- ⑤ 각 평가지표들에 대한 Unweighted Super Matrix 도출
- ⑥ Unweighted Super Matrix에 Cluster Matrix를 곱하여 Weighted Super Matrix를 도출
- ⑦ Weighted Super Matrix를 일정한 값으로 수렴하도록 역승 계산
- ⑧ Weighted Super Matrix가 일정한 값으로 수렴하는지 여부 판단. ; Weighted Super Matrix를 무한히 곱을 하면 각 열이 일정한 값으로 수렴함
- ⑨ Limit Super Matrix 도출
- ⑩ 각 평가지표에 대한 우선순위 판단

IV. 자료 분석

4.1 가중치 도출

표 6. 수영운동치료 관리에 위한 지표

항목	지표	가중치	우선순위
환경적 요인	시설 및 장소의 청결성	0.011285	12
	시설 및 장소의 인테리어	0.001736	16
	시설 및 장비의 현대화	0.007812	14
정신건강 요인	불안감 증상	0.010749	13
	우울증 증상	0.031134	8
	신체화 증상	0.040392	6
신체적 요인	체력 증진	0.114614	5
	신체적 활력 회복	0.238322	1
	스트레스 해소	0.135614	3
신체적 능력에 대한 시험	신체적 능력에 대한 시험	0.005414	15
	심리적 안정	0.030115	9
심리적 요인	흥미	0.172728	2
	심리적 자신감	0.129707	4
사회적 요인	다른 사람들에 대한 배려	0.019749	10
	동료들과의 관계	0.019077	11
	치료사와의 관계	0.031551	7

본 연구에서는 수영 참가자들의 운동치료에 영향을 미치는 요인들의 가중치 및 우선순위를 분석하였다. 가중치 및 우선순위 분석을 위해 퍼지 이론(Fuzzy Theory)을 적용한 ANP 기법을 이용하였다.

지표간 가중치 계산을 위해 Super Decision Ver. 8.5를 사용하였으며, 계산 과정에서 도출된 Unweighted Super Matrix와 Limit Matrix는 <참고 1>과 <참고 2>에 정리하였다.

[표 6]은 ANP 기법을 통해 도출된 16개 지표의 가중치와 우선순위 이다.

4.2 평가 지표에 대한 가중치 분석

[그림 4]는 16개 지표에 대한 전체 우선순위를 분석한 결과이다. 가장 높은 가중치를 얻은 지표는 “신체적 요인” 항목에 포함된 ‘신체적 활력 회복’으로 0.2383의 값을 얻었다. 두 번째는 ‘심리적 요인’ 항목에 포함된 ‘흥미’ 지표가 0.1727의 값을 얻었다. 세 번째로 높은 가중치를 얻은 지표는 “신체적 요인”에 포함된 ‘스트레스 해소’로서 0.1356의 값을 얻었다. “신체적 요인” 항목 중에서 ‘신체적 능력에 대한 시험’ 지표를 제외한 나머지 지표들이 상대적으로 높은 가중치를 얻었다. 반면, “환경적 요인” 항목 중 ‘시설 및 장소의 인테리어 (0.001736)’와 ‘시설 및 장비의 현대화(0.007812)’ 그리고 “신체적 요인” 항목 중 ‘신체적 능력에 대한 시험 (0.005414)’ 지표가 낮은 가중치를 얻었다.

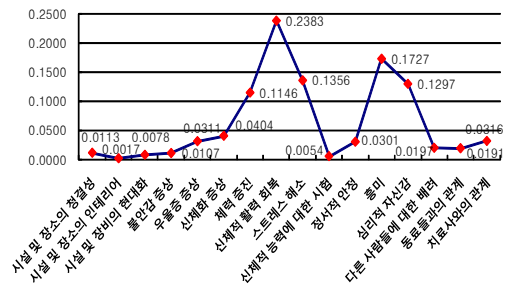


그림 3. 지표에 대한 가중치 분석

이와 같은 결과를 분석하였을 때, 신체적인 치료와 심리적인 요인들이 질환자들에게 중요하게 작용하는 것으로 판단할 수 있다. 하지만 한 가지 고려해야 할 사

항은 가중치가 낮게 나온 지표일지라도 수영을 통한 운동치료 과정에서 간과해서는 안 된다는 점이다. 각 지표들간 상대적인 중요도에 차이가 있을 뿐이지 모든 지표들이 치료과정에서 중요한 역할을 한다는 것이다.

V. 운동 치료 시스템 구현

실시간으로 처리를 하기 위한 모바일 환경과 컴퓨터 통신환경 그리고 무선 통신 등 모든 환경에서 실시간 처리를 위한 방법으로 WAP(Wireless application protocol)환경을 이용하였다. WAP은 특화된 모바일 환경에서 최상의 효과를 가져 올수 있다. 예를 들면 정보를 빠르게 검색할 수 있으며 서버를 구축하여 실시간 서비스 환경을 제공한다.

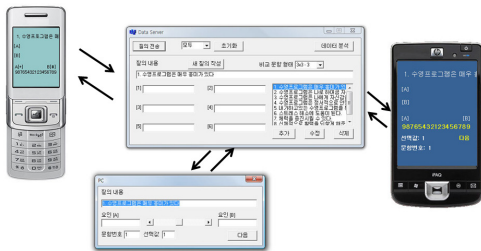


그림 4. PC, 휴대폰, 스마트폰에서의 실제 사용환경 구현

[그림 4]는 시스템 모델링을 통해 실제 사용 환경을 구현하였다. 서버에서 질의를 각 단말기를 통해 실시간 처리가 가능하도록 하였다. 서버에서 각 단말기(PC, 휴대폰, 스마트폰)에 실시간으로 질의를 요청하여 응답 후에 서버에서 Fuzzy ANP 기법을 가지고 모든 결과를 처리할 수 있다. 또한 서버에서 개개인에 맞춤형 운동치료를 제시함으로써 운동치료에 자유로운 환경을 제공한다.

VI. 결론 및 향후 연구 과제

본 연구에서는 환자관리를 위한 효율적 수영 운동치료 관리시스템 설계를 위해 운동치료에 영향을 미치는

요인들을 수립하였고, Fuzzy ANP 기법을 통해 각 지표간 연관성 분석을 통해 우선순위를 도출하였다.

본 연구는 다음과 같은 측면에서 의미를 찾을 수 있다고 판단된다.

첫째, 환자 입장에서 운동치료의 중요도를 도출하였다. 운동치료 시스템 구축을 위해 근골격계질환이나 심혈관계질환을 겪고 있거나 경험이 있는 환자들을 대상으로 운동을 치료 목적으로 적용하였으며, 특히 수영을 통해 신체적, 정신적으로 느끼는 요인들을 재정리 하였다.

둘째, 각 요인에 대한 중요정도(비중)를 계량화 하였다. 지금까지의 운동치료는 치료자 시각에서 이루어졌다. 하지만 본 연구에서는 환자의 시각에서 주요 관심 지표들을 분류해 내고, 각 지표들에 대해 중요 정도를 계량화하였으며, 그 타당성을 검증하였다. 특히, 지표의 가중치 계산 시 ANP(Analytic Network Process) 기법을 이용하여 각 지표간 상호 연관성을 반영하였다.

셋째, 퍼지이론을 이용하여 설문에 대한 모호성을 최소화 하였다.

본 연구에서는 설문 데이터의 가중치 및 우선순위를 계산하기 전, 퍼지 이론의 하나인 삼각 퍼지수를 이용하여 수치화하였다. 인간의 판단은 부정확하거나 애매할 수 있다. 따라서 보다 정확한 데이터를 얻기 위해 퍼지 이론을 이용하여 정성적인 판단을 정량적으로 표현한 것은 의미 있는 시도라고 생각한다.

넷째, IT 기술을 이용한 환자관리 시스템을 구현하였다. 실제로 더 많은 데이터를 추가하여 보다 완벽한 환경을 제공할 것이다.

참고 문헌

[1] 강승정, 강미옥, 이한준, 이해영, 진영수, “관상동맥질환자에 있어서 심폐능력 및 체력 향상을 위한 수영운동프로그램 개발”, 대한스포츠의학회지, Vol.21, No.2, pp.151-160, 2003.
 [2] 김경배, 임강일, 소위영, 박수경, 송옥, “국내 비만 연구에서 적용된 운동요법의 효과에 대한 메타분석”, 대한비만학회지, Vol.16, No.4, pp.177-185, 2007.

- [3] 김미, "생활체육 종목에 따른 참가자의 동기 및 만족도에 관한 연구", 이화여자대학교 석사학위논문, 1997.
- [4] 김시연, 이운태, "U-Healthcare의 개념 및 보건의료서비스에의 적용", 한국 IT 서비스학회 추계학술대회, U-서비스 모델, 2008.
- [5] 김수봉, "수영운동이 노인여성의 신체조성과 혈청지질에 미치는 영향", 한국스포츠리서치, Vol.19, No.2, pp.131-140, 2008.
- [6] 김광일, 원호택, "간이정신진단검사(SCL-90) 한국판 표준화 연구II", 한양대학교 논문집, 제12호, 1984.
- [7] 배종진, 근골격질환 예방과 재활을 위한 운동처방시스템 개발, 한국체육학회지, Vol.47, No.1, pp.459-468, 2008.
- [8] 보건복지부, 노인복지 사업안내, 2007.
- [9] 양성환, 박범, "근골격계 질환의 실태조사 및 분석 연구", Journal of the Korean Institute of Plant Engineering, Vol.7, No.2, pp.41-52, 2002.
- [10] 이성철, 노인의 사회체육활동과 생활만족의 관계에 대한 조사, 서울대학교 박사학위논문, 1992.
- [11] 전태원, 김의수, 최승권, 김남주. "체력진단 및 운동처방을 위한 컴퓨터 프로그램개발에 관한 연구", 한국체육학회지, Vol.30, No.1, pp.245-263, 1991.
- [12] 조성연, 임상운동치료학, 서울 : KOMS 출판, 2001.
- [13] 한국보건산업진흥원, U-Healthcare 활성화중장기종합계획수립, 서울:한국보건산업진흥원, 2008.
- [14] J. V. Basmajian, "Therapeutic exercise in the management of rheumatic disease," Journal of Rheumatology, Vol.14, pp.22-25, 1987.
- [15] B. Beaufre and B. Morio, "Fat and protein redistribution with aging: metabolic considerations," Eur. J. Nutr., Vol.54(Suppl 3): S48-S53, 2000.
- [16] D. Y. Chang, "Application of the Extent Analysis Method on Fuzzy AHP," European Journal of Operation Research, Vol.53, No.3, pp.649-655, 1996.
- [17] L. R. Derogatis, R. S. Lipman, and L. Covi, SCL-90: "An outpatient psychiatric rating scale-preliminary report, Psychopharmacology Bulletin," Vol.9, pp.13-27, 1973.
- [18] F. Elkarmi and I. Mustafa, "Increasing the Utilization of Solar Energy Technologies(SET) in Fordan," Energy Police, Vol.21, pp.978-984, 1993.
- [19] K. H. Kim, T. W. Kyung, W. H. Kim, C. S. Sin, Y. J. Song, M. Y. Lee, H. W. Lee, and Y. C. Cho, "Efficient Management Design for Swimming Exercise Treatment," Korean J Physiol Pharmacol, Vol.13, No.6, pp.499-503, 2009.
- [20] L. Meade and J. Sarkis, "Analyzing organizational project alternatives for agile manufacturing processes: An analytic network approach," International Journal of Production Research, Vol.37, No.2, pp.241-261, 1999.
- [21] T. L. Saaty, The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill, New York, 1980.
- [22] T. L. Saaty, Decision making with dependence and feedback: The analytic network process. Pittsburgh: RWS Publications, 1996.
- [23] L. A. Zadeh, "Fuzzy Set," Information and Control, Vol.8, p.338, 1965.
- [24] L. A. Zadeh, "Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility," Fuzzy Sets and Systems, 1978.
- [25] 경태원, 김상국, "BSC 와 ANP기법을 이용한 직 무그룹별 정보시스템 우선순위 분석", 한국콘텐츠학회논문지, 제11권, 제7호, pp.426-436, 2011.

저 자 소 개

김 경 훈(Kyoung-Hun Kim)

정회원



- 2000년 2월 : 삼육대학교 컴퓨터 과학과(이학사)
- 2002년 2월 : 경희대학교 전자계산공학과(공학석사)
- 2011년 현재 : 경희대학교 전자계산학과 박사 수료

<관심분야> : 형상관리, 웹서비스, 의료시스템, 콘텐츠

송 영 재(Young-Jae Song)

정회원



- 1969년 2월 : 인하대학교 전자공학(공학사)
- 1976년 : 일본 keio 대학교 전산학과(공학석사)
- 1980년 : 명지대학교 전산학과(공학박사)

- 1982년 ~ 1983년 : 미국 Maryland University 전산학과 연구교수
- 1989년 ~ 1990년 : 일본 Keio University 전산학과 객원교수
- 1976년 ~ 현재 : 경희대학교 컴퓨터공학과 교수

<관심분야> : 소프트웨어 재사용, CASE 도구, AOP, 요구공학, 컴포넌트웨어, 웹서비스