

## 3차원 셀 기반의 전자의무기록과 통증진단시스템

김성민\*  
윤기섭\*  
김진석\*  
강맹규\*  
장윤규\*\*

### 초록

전자의무기록은 환자의 완전하고 정확한 자료와 다양한 의학지식에 기초한 기억보조와 의사결정보조 도구를 위한 것이다. 본 연구에서는 전자의무기록을 최초로 3차원 그래픽스를 이용하여 환자가 통증부위를 정확하게 표현할 수 있게 한다. 3차원의 입력정보를 70370개의 셀로 표현함으로써 효율적으로 저장하고 분석할 수 있게 한다. 또한, 본 연구에서 개발한 통증진단시스템은 재활의학과에(의학에)서 정의하고 있는 169가지의 근육통 패턴들을 지식기반으로 저장하여 환자의 통증부위를 효율적으로 비교하고 유사도를 계산하여 진단한다.

### 1. 서론

정보기술의 발전은 의료분야에서도 많은 변화를 가져왔다. 의료진료에서는 직접 필름을 보지 않고 모니터를 통해서 영상자료를 보는가 하면, 멀리 있는 환자와 모니터를 통해 대화를 나누면서 심전도검사를 하고 혈당검사를 하는 원격진료가 가능하게 되었다. 의학연구에서는 의학자료를 연구실에서나 집에서 손쉽게 찾아볼 수 있게 되었고, 임상연구를 위하여 진료자료를 찾아보는 것도 쉬워졌다. 전자의무기록(Computer Based Patient Record, CPR)은 의사들에게 환자에 대한 완전하고 정확한 의무기록의 사용을 가능하게 하고, 더 나아가 환자의 진료에 대한 결정(진단)을 도울 수 있는 의학 지식이 연계된 전산화된 의무기록을 말하는 것이다.

본 연구에서는 지금까지 전자의무기록이 주로 보관이나 보험청구 같은 의무기록 전산화 단계에 머물렀던 것에서 환자의 통증을 정확하고 간결하게 표현하고 정보자료화할 수 있는 3차원 셀 기반의 전자의무기록을 최초로 개발한다. 이 전자의무기록은 많은 양의 환자통증과 증상에 대한 데이터를 정확하고 신속하게 입력하여 정보화 한다. 또한, 개발된 전자의무기록을 이용하여 환자의 입력된 데이터와 기존의 의학지식과 연계하여 자동으로 분석하는 통증진단시스템을 개발한다.

### 2. 3차원 셀 기반의 전자의무기록

3차원 셀 기반의 전자의무기록은 3차원 그래픽스로 구현된 인체피부모델을 충분한 수와 크기를 갖는 셀을 기반으로 한다. 환자와 의사는 3차원으로 표현된 인체피부모델에서 원하는 통증부위를 정확하게 표현할 수 있고, 구현된 셀은 3차원으로 정확하게

---

\* 한양대학교 산업공학과

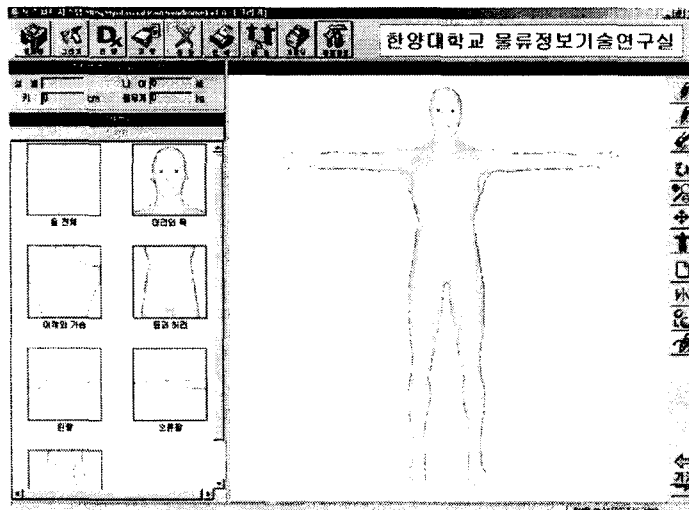
\*\* 고려대학교 의과대학 재활의학과

표현된 통증부위를 간단하게 기록할 수 있게 한다.

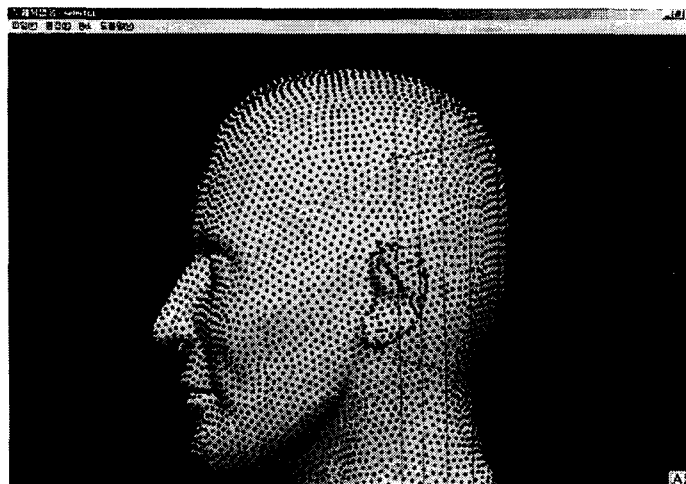
### 2.1 3차원 인체피부모델과 셀

환자의 정확한 통증부위를 표현하기 위하여 3차원 그래픽스로 구현된 인체피부모델을 사용한다. 인체피부모델은 사용자가 거부감 없이 편하게 자신의 통증부위를 모두 표시할 수 있도록 정교해야하며 다른 부분에 의해 가려지는 부분이 없어야 한다. 이러한 조건을 고려하여 양팔을 수평으로 벌리고, 양다리를 어깨넓이로 벌린 정면을 바라보는 키 170cm, 표면적 15,302cm<sup>2</sup>의 남성 3차원 인체피부모델을 <그림 1>과 같이 구현하였다. 그리고 인체피부에서 기준점으로 사용되는 젖꼭지, 배꼽, 어깨선 등의 특징점들을 표현한다.

3차원 그래픽스로 구현된 인체피부모델 위에 사용자가 통증의 정확한 위치와 증상을 간단하게 표현할 수 있도록 좌우 대칭의 셀을 생성하였다. 생성된 셀은 전체 70,370개, 평균 면적 0.2174cm<sup>2</sup>, 평균 셀간 거리 4~5mm로 <그림 2>와 같다.



<그림 1> 3차원 인체피부모델



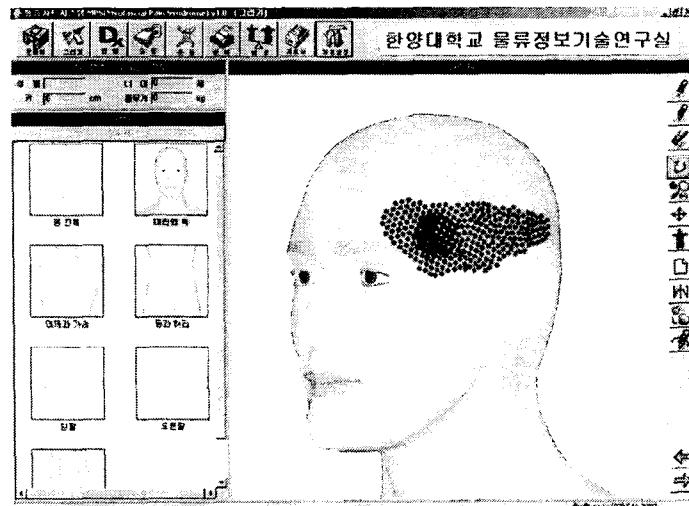
<그림 2> 셀 (머리부분)

셀 생성을 위하여 유한요소분석(Finite Element Analysis, FEA)에서 많이 사용하는 방법 중 Shimade의 방법[2]을 사용하였다. 이 방법은 3차원 인체피부모델에 비누거품이 채워져 있다고 가정하고 각 거품이 서로 작용하는 힘이 평형을 이루도록 하여 거품의 중심을 셀의 중심으로 취한다.

## 2.2 입력과 저장기능

입력기능은 사용자가 쉽고 간단하게 입력이 가능해야 한다. 3차원 모델은 3차원에 숙달되지 않은 사람은 인지하기가 쉽지 않다. 동영상기능과 여러 가지 시각효과들은 이러한 어려움을 보완하고 있다. 동영상기능은 사용자가 원하는 부분을 모델의 전신에서부터 천천히 화면을 이동하여 동영상을 보는 것처럼 느끼게 하고 색상, 깜빡임 등의 시각적인 효과들로 쉽게 인지할 수 있도록 한다. 3차원 모델은 2차원과 비교해서 사용자가 원하는 부분을 찾는 조작도 쉽지 않다. 3차원 모델의 간편한 조작을 위하여 미리 정의된 포즈기능은 쉽고 빠르게 사용자가 원하는 부위를 선택하도록 도와준다. 미리 정의된 다양한 포즈들이 <그림 3>에서 보여주고 있다. 또한, 구현된 모델은 성인 남자를 기준으로 개발되었으나 앞으로 여성, 어린이 등 다양한 모델이 개발된다면 신체 차이에 대한 입력의 오류도 줄일 수 있다.

저장기능은 셀 구조를 사용함으로써 간단하게 구현된다. 셀 구조는 선택된 셀의 번호와 셀에 입력된 몇 가지 증상만으로 복잡한 3차원의 입력을 쉽고 간단하게 기록할 수 있게 한다. 그리고 그 양이 적어 많은 양의 데이터를 쉽게 정보화할 수 있다.



<그림 3> 입력기능

## 3. 통증진단시스템

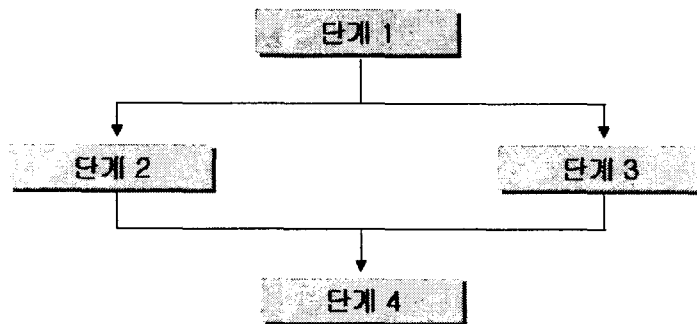
통증진단시스템은 3차원 셀 기반의 전자의무기록을 이용하여 근막통증후군을 진단하고 치료방법을 제시한다. 근막통증후군은 일상 생활에서 거의 모든 사람에게 보편적

으로 나타나는 증후군으로 재활의학과에서는 169개의 통증패턴을 정의하고 있다. 통증진단시스템은 환자의 의무기록과 근막통증후군의 통증패턴과 증상을 비교하여 환자의 통증부위를 찾는 것으로 근막통증후군에 대한 진단을 가능하게 한다.

근막통은 원인이 되는 근육에 따라 그 위치가 다르고 신경에 따라 그 형태가 다르게 나타난다. 나타나는 증상은 심한 부분(Essential Pain Zone, EPZ)과 그보다는 심하지 않은 부분(Spillover Pain Zone, SPZ)의 두 가지 증상으로 구분한다. 통증패턴들은 하나 이상의 통증유발점(Trigger Point, TP)을 가지고 있고 그 것을 찾는 것으로 진단을 완료한다.

### 3.1 진단 알고리즘

정의된 169개의 통증패턴들은 3차원 셀 기반의 전자의무기록으로 정확한 그 위치와 앞서 정의한 두 가지 증상으로 간단하게 정보화될 수 있다. 정보화된 기존 의학 지식은 환자의 전자의무기록과 함께 <그림 4>와 같이 각 단계를 거쳐 최종적으로 유사도를 계산한다.



<그림 4> 진단구조

단계 1에서는 환자의 통증부위의 셀의 위치를 기준으로 169개의 통증패턴에서 가능한 후보를 찾는다. 단계 1은 찾은 후보 통증패턴들은 다음 두 번째 단계와 세 번째 단계의 입력이 되며 통증진단시스템의 계산량을 줄여준다.

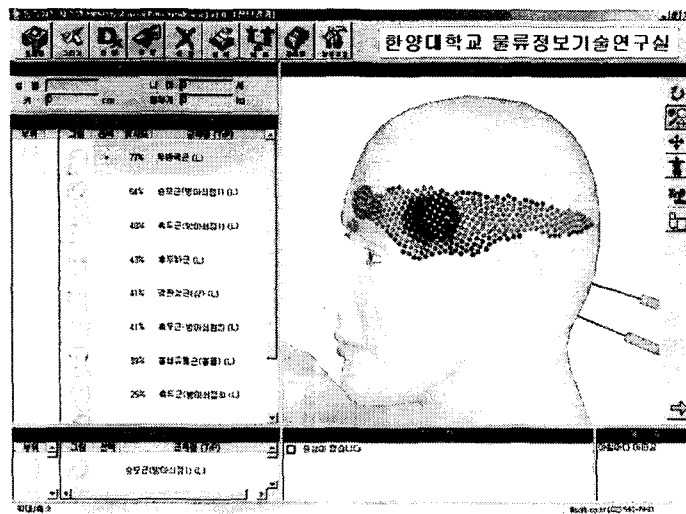
단계 2에서는 환자의 통증부위와 후보 통증패턴의 겹치는 면적을 기준으로 유사도를 계산한다. 겹치는 면적은 셀이 가지는 면적으로 비교하는 두 패턴이 공통적으로 가지는 셀의 면적으로 계산한다. 통증패턴은 각 패턴마다 크기가 다르고 표현된 증상도 다르므로 이것을 크기와 증상에 따라 9가지 경우로 나누고 각 경우마다 모두 다르게 비교하여 오목함수로 유사도를 계산한다.

단계 3에서는 환자의 통증부위와 후보 통증패턴의 형태를 기준으로 점수를 계산한다. 후보패턴의 겹치는 면적이 적어도 비슷한 통증패턴의 형태를 가지고 있는 경우를 고려하여 단계 3에서는 Hausdorff Distance를 이용한 패턴인식 알고리즘[1]을 통증패턴의 형태를 비교하여 오목함수로 유사도를 계산한다.

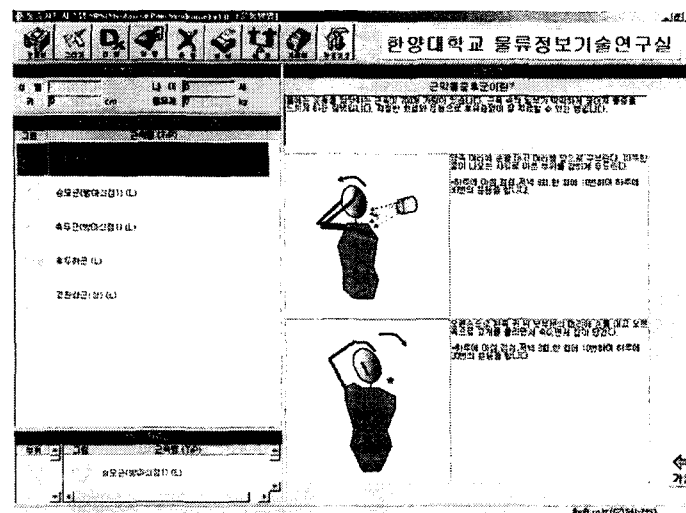
단계 4에서는 단계 2와 단계 3에서 계산된 유사도를 가중치 합하여 최종 유사도를 계산한다.

### 3.2 출력

통증진단시스템에서의 출력은 진단된 통증패턴의 유사도를 높은 순서로 정렬하고 통증유발점과 함께 3차원 그래픽으로 <그림 5>와 같이 보여준다. 여러 개의 통증패턴을 겹쳐 보거나 과거의 기록과 함께 비교해 볼 수도 있는 등 다양한 화면조회가 가능하다. 또한, 각 통증패턴마다 상세한 설명과 치료방법을 <그림 6>과 같이 보여준다.



<그림 5> 진단결과



<그림 6> 설명과 치료방법

#### 4. 결론

3차원 셀 기반의 전자의무기록은 최초로 3차원 그래픽스를 사용하여 환자의 정확한 통증부위를 표현하고 셀을 기반으로 표현된 부위를 간단한 형태의 자료로 저장하고 관리할 수 있다. 통증과 증상을 표현하고 이해하기 위하여 의사와 환자는 더 이상 같은 물리 공간에 있을 필요가 없으며 쉽게 커뮤니케이션이 가능하다. 전자의무기록은 의학교육과 의학연구에서도 사용될 수 있으며 기존의 의학지식과 함께 의료진료분야에서도 활용이 가능하다. 통증진단시스템은 169개의 패턴을 가지는 근막통증후군을 자동으로 진단하고 진단결과와 함께 상세한 설명과 치료방법 등을 제시한다.

미래의 완전한 전자의무기록을 위해서는 많은 양의 환자데이터를 정확하고 신속하게 처리하고 입력된 자료를 자동으로 분류하며 안전하게 관리되어야 한다. 3차원 셀 기반의 전자의무기록과 통증진단시스템은 3차원 그래픽스와 셀 구조로 많은 양의 환자데이터를 간단하게 정보화하고 관리할 수 있다. 앞으로의 연구에서는 더 다양한 의료분야에 적용하기 위한 연구가 필요하다. 또한, 매우 미흡한 우리나라의 의료정보 표준화를 위하여 전자의무기록의 한국형 표준안을 위한 연구도 병행하여야 한다.

#### 참고문헌

- [1] Daniel P. Huttenlocher, Gorgory A. Klanderman, and William J. Rucjldige.; "Comparing Images Using the Hausdorff Distance," *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 9(15): 850-863, 1993.
- [2] Kenji Shimada, David C. Gossard.; "Automatic Triangular Mesh Generation of Trimmed Parametric Surface for Finite Element Analysis," *Computer Aided Geometric Design*, 1: 199-222, 1998.