

# 외상 환자 자세 추정 서비스 개발

2023 임베디드 소프트웨어 경진대회

: LG webOS 부문

## Team

인하대학교 정회준

인하대학교 김지현

인하대학교 이석채

인하대학교 김종구

인하대학교 임은혜

**01**

## 서비스 개요

개발한 서비스의 아이디어 및  
전체 서비스 프로세스 소개

**02**

## 인공지능 모델

사용 모델과 추론 결과

**03**

## 모듈 임베딩 및 통신

메인 서버와의 통신 과정 소개

**04**

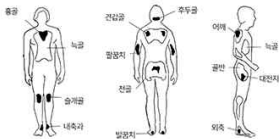
## 중간 개발 결과

중간 개발 결과 설명

# 서비스 아이디어

## 어떻게 프로젝트가 시작되었을까?

- 요양이 필요한 와상 환자의 폭발적인 증가에 비해 간호 인력의 부족이 심해지고 있음
- 특히 와상 환자에게 호발하는 욕창 문제에 대한 관심이 최근에 증가하고 있음
- 간호 인력을 대신해 환자의 상태를 지속적으로 모니터링하고 보고해줄 자동화 기술의 필요성이 대두됨



욕창 호발 부위



욕창의 심각성에 대한 논란

Table 2. Nurse Staffing Levels in General Hospitals

Variables	1996 (n=270) n (%)	1999 (n=269) n (%)	2002 (n=274) n (%)	2005 (n=276) n (%)	2008 (n=298) n (%)	2011 (n=304) n (%)	2013 (n=317) n (%)
Daily patient census per RN							
≤1.5	4 (1.5)	4 (1.5)	9 (3.3)	16 (5.8)	25 (8.4)	57 (18.8)	62 (19.6)
≤2.0	39 (13.7)	14 (5.2)	45 (16.4)	57 (20.7)	82 (27.5)	75 (24.7)	82 (25.9)
≤2.5	51 (18.9)	58 (21.6)	66 (24.1)	74 (26.8)	87 (29.1)	84 (27.3)	57 (18.0)
≤3.0	74 (27.4)	78 (29.0)	55 (19.3)	52 (18.8)	48 (15.4)	44 (14.5)	40 (12.6)
≤4.5	85 (31.2)	91 (33.8)	59 (21.5)	62 (22.5)	59 (19.8)	43 (14.1)	38 (12.0)
>4.5	46 (17.0)	24 (8.9)	20 (7.3)	13 (4.4)	29 (9.7)	31 (10.2)	38 (12.0)
Median	2.97	2.84	2.47	2.59	2.37	2.18	2.06
IQR	(2.52-4.08)	(2.43-3.52)	(2.10-3.12)	(1.88-3.06)	(1.83-3.27)	(1.64-2.89)	(1.59-2.98)
M±SD	3.74±2.78	3.14±1.34	2.83±1.39	2.99±1.02	2.84±1.15	2.68±1.36	2.95±1.50
Estimated patients per RN by shift							
Median	21.8	21.0	38.2	17.6	19.0	34.8	16.3
IQR	(18.2-30.3)	(17.3-26.6)	(14.9-23.7)	(14.0-25.0)	(14.0-26.8)	(12.2-27.9)	(11.8-25.9)
M±SD	26.0±22.8	23.5±11.3	21.3±13.4	22.8±11.8	23.4±20.0	21.7±11.1	23.3±28.8
Estimated nursing hours per patient day							
Median	1.19	1.14	1.32	1.35	1.26	1.43	1.47
IQR	(0.79-1.32)	(0.90-1.37)	(1.00-1.60)	(0.84-1.69)	(0.90-1.71)	(1.00-1.94)	(1.00-2.03)
M±SD	1.08±0.44	1.21±0.94	1.34±0.53	1.58±1.03	1.35±0.68	1.52±0.84	1.64±1.49

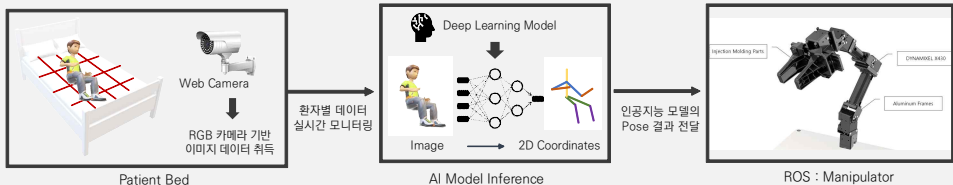
RN=Registered nurse; IQR=Interquartile range (1st quartile to 3rd quartile).

간호 인력 수급의 필요성

# 서비스 개요

육창 고위험군 환자를 위한 인공지능 기반 자세 추정 서비스 개발

## 서비스 아키텍처



### 환자별 데이터 취득 및 인공지능 모델 연산

- 보드에 연결된 카메라에서 이미지 데이터 취득
- 중앙 데이터베이스에 추정 결과를 좌표 형태로 전달

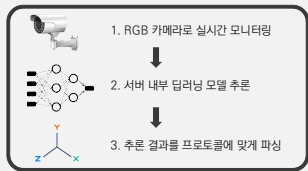
### 중앙 데이터 관리 및 시각화 처리

- 전송 받은 데이터를 PostgreSQL 데이터베이스에 저장
- 인공지능 처리 서버에서 webOS App으로 영상 데이터를 전송하고 이를 시각화

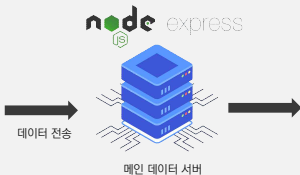
# 서비스 구성

## 인공지능을 활용한 환자 상태 자동 관리 프로세스

- 간호 인력을 대신해 환자의 상태를 지속적으로 보고하고 기록하는 프로세스를 개발
- webOS가 탑재된 기기를 통해 어디서든 환자의 상태를 모니터링하고 분석된 정보에 접근할 수 있음
- 인공지능 모델을 변경하면 webOS 기기에서 제공하는 서비스를 편리하게 재활용 가능한 구조로 개발



Server



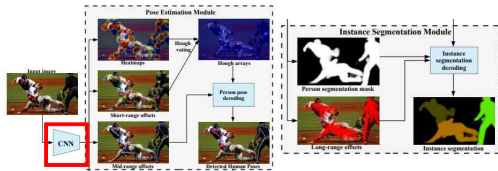
환자별로 데이터를 취득해 인공지능 모델로 추론을 진행한 뒤 추론 결과만을 메인 서버에 전송

# 인공지능 모델 활용

## Single 2D Pose Estimation

- 이미지에서 물체나 사람의 위치를 감지하는 2D Pose Estimation 모델을 활용해 환자의 자세를 추정
- PoseNet을 활용해 RGB 이미지를 CNN 모델의 입력으로 받아 결과로 관절 키포인트와 Confidence score를 리턴

### PoseNet Architecture



CNN Model Outputs

- (1) Keypoint heatmap (2) Short-range offsets (3) Mid-range pairwise offsets  
(4) Person segmentation maps (5) Long-range offsets

### 학습 데이터셋

실물 크기 마네킹을 활용해 구축한  
오픈 데이터셋을 활용해 모델 학습



In-bed Pose Estimation: DL with Shallow Dataset 사용

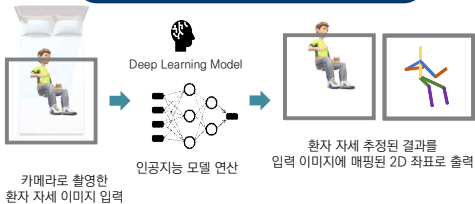


# 인공지능 모델 활용

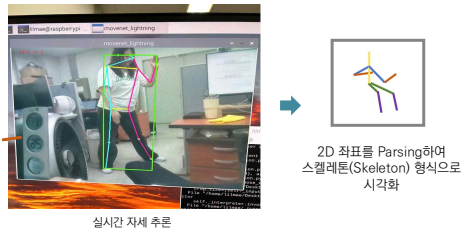
## 2D Pose Estimation 모델&인공지능 활용 모델 적용

- 시간별로 환자의 자세 좌표 데이터를 획득해 환자의 자세를 분석
- 자세 변화가 없어 장시간 체압이 가해진 특정 관절 부위를 탐지하여 간호 인력에게 알림을 제공

### 2D Estimation 모델의 입출력



### 인공지능 활용 모델 적용



# 모듈 임베딩 및 통신

## 데이터 파이프라인 구성

- 메인 서버는 Docker를 기반으로 Node.js와 Express를 사용해 간단한 웹서버를 제작해 구현
- 데이터베이스는 PostgreSQL를 사용하고 좌표 데이터를 JSON 형태로 파싱하여 저장함
- webOS App은 기본 탑재 모듈을 통해 사용자의 입력을 처리하고 서버에서 받은 데이터를 시각화해 사용자 경험을 향상

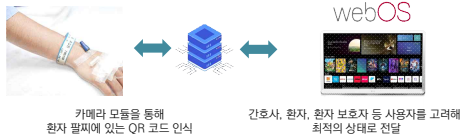
### 메인 서버 구성과 데이터 통신 프로토콜

- 메인 서버로 들어오는 요청은 모두 Node.js 기반 웹서버를 거침
- 데이터베이스 서버와 웹서버는 별도의 Port를 갖고 분리되어 동작함



### webOS 기기의 역할

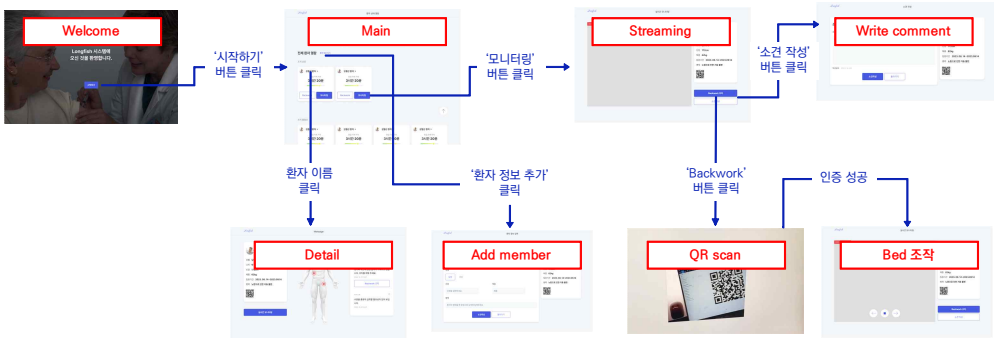
- 카메라 모듈, 키보드 모듈 등을 활용해 사용자 입력을 프로그램에게 전달하고 프로그램의 데이터를 최적의 상태로 전달해줌
- 기존의 개인 모바일 디바이스보다 더 큰 화면으로 모든 사용자들에게 편안한 UI/UX를 제공해 상호작용의 기회를 높이고 경험을 강화함



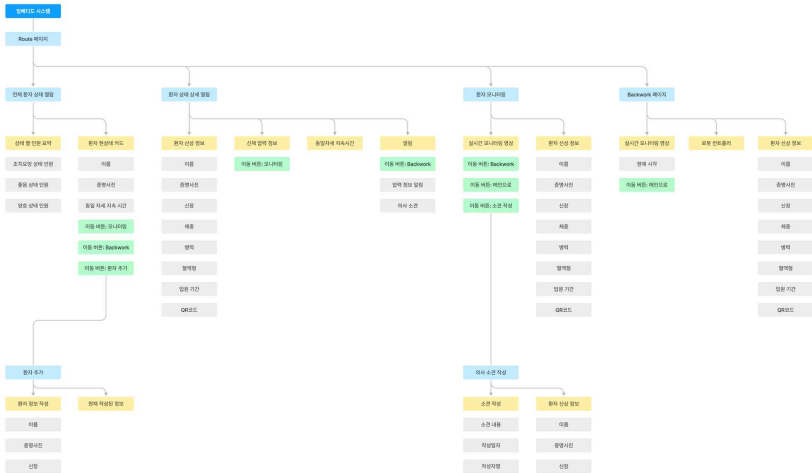


# UI flow

## 페이지 내 user flow

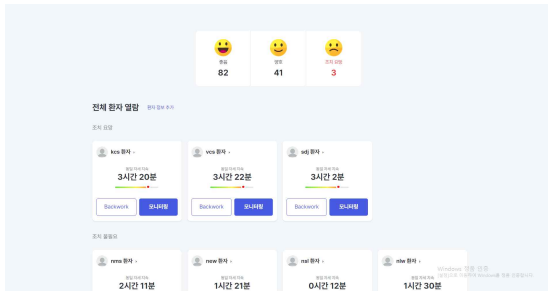


# Information Architecture



# 시연 영상

## 전체 환자 열람



### 환자 현황

- 전체 환자의 현황을 요약하여 보여 줌

### 환자 정보 카드

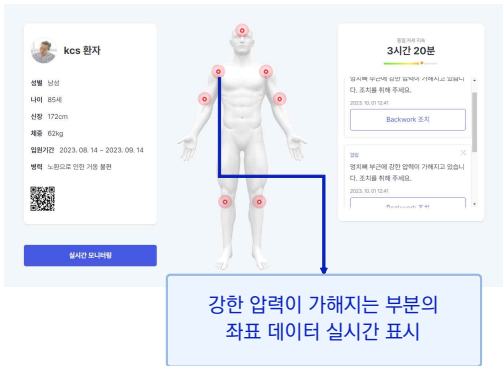
- 각 환자가 동일한 자세를 지속한 시간에 대한 정보를 그래프 형태로 보여 줌

### 조치 필요/불필요

- 동일 자세 지속 시간에 따라 환자의 category를 조치 요망/조치 불필요로 나눔
- 조치가 필요한 환자 list를 상단에 표시함

# 시연 영상

## 환자 세부 정보



## 욕창 위험 표시

- 욕창 발생 위험이 높은 부위를 점으로 표시
- server로부터 실시간으로 욕창 발생 위치를 전송받아 화면에 표시함

## 의사 소견 및 알림

- 강한 압력이 가해지는 부분에 대한 알림을 표시함
- 환자에 대한 의사의 소견을 표시함

## 동일 자세 지속

- 동일 자세가 지속된 시간을 그래프 형태로 시각화하여 보여 줌

# 시연 영상

## QR코드를 이용한 자격 인증



환자 개개인에 대한  
개인 인증 정보 저장

### 자격 인증

- QR코드 Scan을 통해 자격 여부를 인증함
- 의료진과 보호자는 환자의 침대를 조작하기 전 QR코드를 스캔하여 자격이 있음을 인증해야 함
- QR코드 인증 성공 시 환자 침대 조작 페이지로 이동함

# 시연 영상

## 환자 침대 조작



### 컨트롤러 조작

- GUI 상에서 컨트롤러를 조작할 수 있음
- QR코드를 scan하여 인증된 사용자만이 침대 조작 페이지에 진입 가능함
- 1: 로봇 arm 기본 자세로 변경, 2: 경추 부위 (허리의 상단) 조작, 3: 요추 부위(허리의 하단) 조작

### SSH 통신

- 컨트롤러 조작에 대한 정보는 server와의 ssh 통신을 통해 전달됨



# 시연 영상

## 환자 추가

The screenshot shows a patient registration interface. On the left, the '환자 정보 입력' (Patient Information Input) section contains fields for '이름' (Name), '성별' (Gender), '신장' (Height), '체중' (Weight), and '병력' (Medical History). The '이름' field is highlighted with a red dashed border. A blue arrow points from this field to a virtual keyboard overlay at the bottom. The keyboard is a standard QWERTY layout with additional function keys like 'Eng', 'Shift', and 'Done'. On the right, the 'kcs 환자' (kcs Patient) summary card displays the patient's profile: '성별: 남성' (Gender: Male), '나이: 85세' (Age: 85 years), '신장: 172cm' (Height: 172cm), '체중: 62kg' (Weight: 62kg), and '입원기간: 2023. 08. 14 ~ 2023. 09. 14' (Admission period: 2023. 08. 14 ~ 2023. 09. 14). Below this, there is a note about the patient's condition and a QR code.

## 환자 추가

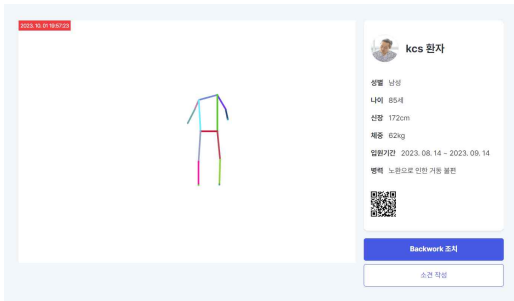
- 해당 페이지를 통해 환자를 추가할 수 있음
- 추가된 환자에 대한 정보는 server를 통해 데이터베이스에 저장됨

## Virtual keyboard

- webOS에 임베딩된 keyboard 모듈을 활용하여 텍스트를 입력할 수 있음
- text, number 등 다양한 type의 virtual keyboard가 표시됨

# 시연 영상

## 환자 자세 실시간 모니터링



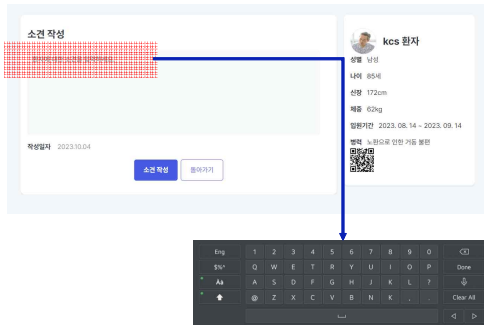
### 자세 모니터링

- server로부터 실시간으로 환자 자세에 대한 좌표 데이터를 전송받음
- 좌표 데이터를 기반으로 실제 환자의 자세를 추정. 선분을 이용하여 skeleton 형태의 환자 자세를 화면에 보임



# 시연 영상

## 의사 소견 작성



### 의사 소견 작성

- 환자에 대한 의료진의 소견을 입력할 수 있음
- 해당 소견은 환자의 세부 정보 페이지에 알림 형식으로 show됨

### Virtual keyboard

- webOS에 임베딩된 keyboard 모듈을 활용하여 텍스트를 입력할 수 있음
- text, number 등 다양한 type의 virtual keyboard를 사용함

# 최종 개발 결과

## 데이터 수집부

Pytorch, opencv

- 실시간으로 와상 환자의 자세를 모니터링
- 딥러닝 모델로 5초마다 환자의 관절 좌표를 추론
- 웹소켓통신으로 파싱한 관절 좌표를 메인 서버로 전송

## 메인 서버

Node.js, Express.js, Docker, PostgreSQL

- Docker를 활용해 웹 서버와 데이터베이스를 독립적으로 구축
- 와상 환자의 관절 좌표 및 사용자 정보, 의료진 처방 등을 데이터베이스에 저장
- 일정 시간 이상 움직이지 않은 욕창 예상 부위를 계산

## WebOS 기기


webOS, Enact, jQuery, React, sass

- 인터랙티브한 요소를 통해 사용자 친화적인 GUI 구성
- 사용자에게 실시간으로 환자의 자세 좌표 변화와 욕창 예상 부위를 시각적으로 전달
- SSH 통신을 통해 모션 베드의 제어 명령을 전달
- Enact 프레임워크를 이용하여 webOS에 최적화된 app 구축

## 베드 조작부

ROS Noetic

- 전달받은 명령을 통해 ROS Manipulator(모션 베드)를 제어
- 간호 인력의 직접적인 투입 없이 모션 베드 명령을 통해 상시적으로 환자의 자세를 변경해 욕창을 방지함



# 일상 속 함께하는 webOS 우리는 더 따뜻한 내일로 나아가고자 합니다

이제는 일상에서 빠질 수 없는 다양한 기기들,  
기술은 인간과 함께합니다.  
우리가 개발한 기술이 모든 사람의 일상에  
차별 없이 함께하기를 바랍니다.

Team. 장어구이