

# 스테레오 카메라 & GPGPU를 이용한 실시간 인체 움직임 추적

---

---

○○○팀

---

2008144177○○○

---

2008144415○○○

---

○○○ Lab

○○○교수님 지도

# 목차

---

1. 목표

---

2. 연구개발이 필요한 이유

---

3. 기능의 구체성

---

4. 현재 진행상황

---

5. 일정표

---

---

# 목표

- Stereo Camera를 이용한 Depthmap 작성
- Depth map 생성 속도 개선
- Depth map과 RGB image를 통한 ROI 파악
- 움직임 추적

---

# 연구개발이 필요한 이유

- Stereo Camera를 이용한 인체 움직임 추적
  - 높은 정확도
    - : Kinect(TOF방식)를 이용할 때 보다 화면 상 적은 노이즈 발생
- Stereo Camera 이용 시 발생하는 한계 보완
  - GPGPU를 사용한 느린 속도 개선
  - 복잡한 알고리즘을 단순화
- 인체 움직임 추적의 세부 기능 구현
  - 제스처 인식 및 판별

---

# 기능의 구체성

- Stereo Camera Matching
- Adaptive Support-weight Approach
- Acceleration with GPGPU
- Haar Cascade based Detection
- Template matching based Tracking
- Limbs fitting

---

기능의 구체성

# Stereo Matching

Stereo matching 알고리즘의 일반적인 순서와 연구에서 사용하기로 한 세부 알고리즘

1. Camera calibration
2. Preprocessing
3. Matching cost computation - Truncated absolute difference

$$e(q, \bar{q}_d) = \min \left\{ \sum_{c \in \{r, g, b\}} |I_c(q) - I_c(\bar{q}_d)|, T \right\}$$

4. Cost aggregation – Adaptive support-weight approach based on the Gestalt grouping
5. Disparity computation - WTA(Winner-Takes-All)

$$d_p = \arg \min_{d \in S_d} E(p, \bar{p}_d)$$

6. Disparity refinement

## 기능의 구체성

# Adaptive Support-weight Approach

Correspondence search을 위해 색의 유사성(similarity), 거리의 근접성(proximity)을 사용하는 classic Gestalt grouping을 support-weight로 이용한 알고리즘

- 인간의 색채 자극 지각을 3차원으로 표현해주는 CIELAB 색공간에서 두 픽셀  $p, q$  간의 유클리드 거리  $\Delta c_{pq}$ 를 통해 두 픽셀간의 유사성(similarity)를 표현
- Window 내부의 두 픽셀  $p, q$ 간의 유클리드 거리  $\Delta g_{pq}$ 를 통해 두 픽셀간의 근접성 (proximity) 을 표현
- 상수  $\gamma_c, \gamma_p$  를 통해 두 값간의 비율을 조정하여 다음과 같이 support-weight 를 계산함

$$w(p, q) = \exp\left(-\left(\frac{\Delta c_{pq}}{\gamma_c} + \frac{\Delta g_{pq}}{\gamma_p}\right)\right)$$

- 앞에서 truncated AD로 구한 raw matching cost와 위에서 구한 weight를 다음 식에 대입하여 cost aggregation을 한 최종 cost를 구함

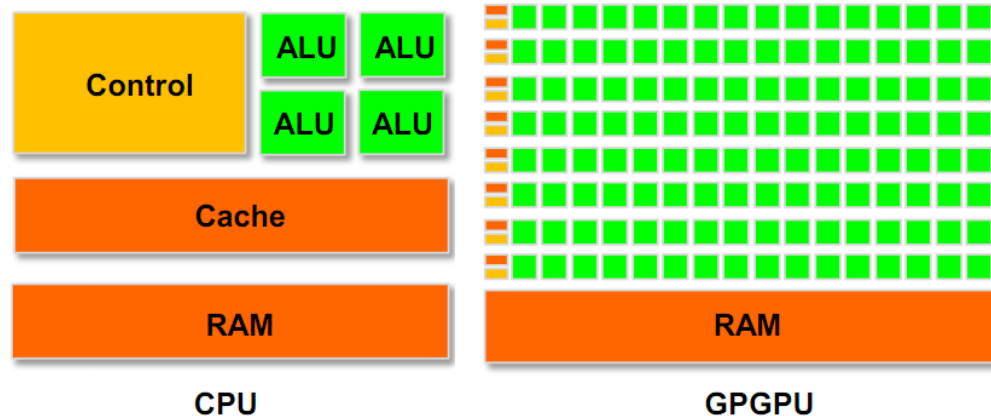
$$E(p, \bar{p}_d) = \frac{\sum_{q \in N_p, \bar{q}_d \in N_{\bar{p}_d}} w(p, q) w(\bar{p}_d, \bar{q}_d) e(q, \bar{q}_d)}{\sum_{q \in N_p, \bar{q}_d \in N_{\bar{p}_d}} w(p, q) w(\bar{p}_d, \bar{q}_d)}$$

## 기능의 구체성

# Acceleration with GPGPU

다수의 data를 병렬로 처리하는 data parallelism에 최적화된 architecture

- SIMD(Single Instruction Multi Data)
- 대량의 ALU 비해 상대적으로 적은 량의 control unit과 cache memory
- Hardware thread scheduling (little overhead, almost free)
- High-bandwidth memory bus
- 속도 향상을 위한 특수한 메모리 정책
  - 3 level memory management(global, local, private memory)
  - 다수의 kernel에서 동시에 발생하는 memory access를 위한 constant memory
  - 패턴화된 memory access를 위한 texture memory
  - Thread scheduling을 통한 hidden memory latency





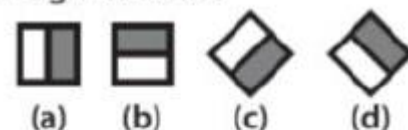
## 기능의 구체성

# Haar Cascade based Detection

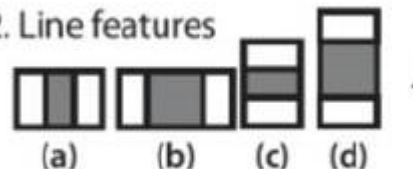
## Depth Map에서 전경을 인지하고 분할하는 방법

- 입력값 : RGB Image, Depth map
- 전경분할 (Raw depth map → Threshold : 노이즈 감소)  
: Haar features을 이용한 화면 분류
- 상체 탐색
- 전면 얼굴 탐색
- Grayscaled RGB image + 검출 구역 출력

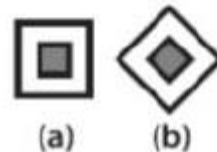
### 1. Edge features



### 2. Line features



### 3. Center-surround features



## 기능의 구체성

# Template matching based Tracking

Haar Cascade로 인지된 전경정보를 기반으로 다음 프레임 Tracking

- 입력 : RGB Image(grayscaled), Grayscaled template
- 상체 템플릿 매칭
- 얼굴 템플릿 매칭
- Grayscaled RGB image + 검출 구역 출력
- 계산시간을 줄이고 true position을 늘림
  - Haar cascade 객체지향과 포즈 등의 변수를 많이 놓침



$$R(x, y) = \frac{\sum_{x', y'} (T_{RGB}^G(x', y') \cdot I_{RGB}^G(x + x', y + y'))}{\sqrt{\sum_{x', y'} T_{RGB}^G(x', y')^2 \cdot \sum_{x', y'} I_{RGB}^G(x + x', y + y')^2}}$$

$$T_{RGB}^G(x, y) = T_{RGB}^G(x, y) - \overline{T_{RGB}^G}$$

$$I_{RGB}^G(x, y) = I_{RGB}^G(x, y) - \overline{I_{RGB}^G}$$

$T_{RGB}^G$  = grayscaled RGB template image

$I_{RGB}^G$  = input grayscaled RGB image

# 기능의 구체성

## Limbs fitting

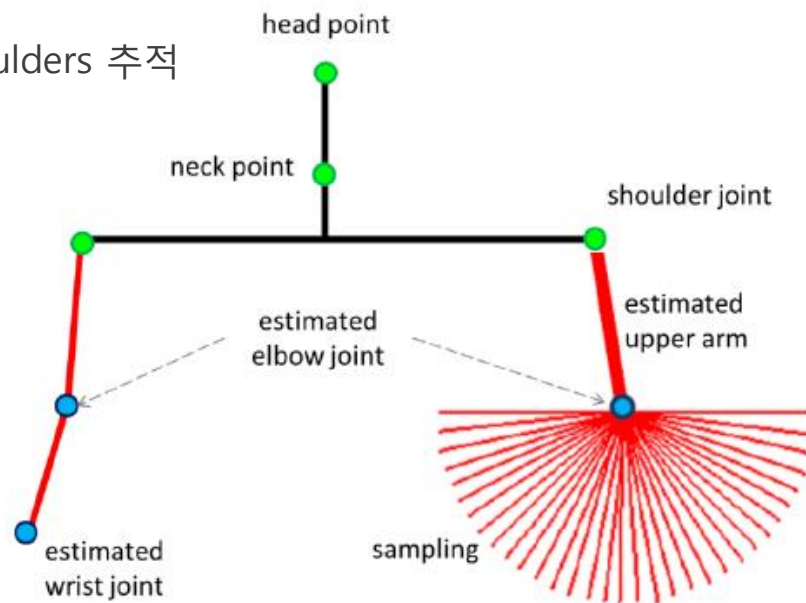
관절의 각도와 신체의 비율로 움직임 측정

- 7 Body Parts 위치 파악
- 상체 추적, 얼굴 추적, 비율 계산 → head, neck, shoulders 추적
- Elbow, wrist, upper and lower arm  
→ Weighted-Distance Transform 공식 이용

$$D^w(p, c) = D(p) \cdot \left( 1 + \frac{|I_d(p) - I_d(c)|}{I_d(c)} \right) \quad \forall I_d(c) \neq 1$$

$$D(p) := \min\{d(p, q) \mid q \in O^c\} = \min\{d(p, q) \mid I_d(q) = 0\}$$

$$d(p, q) = \sqrt{(p_x - q_x)^2 + (p_y - q_y)^2}$$

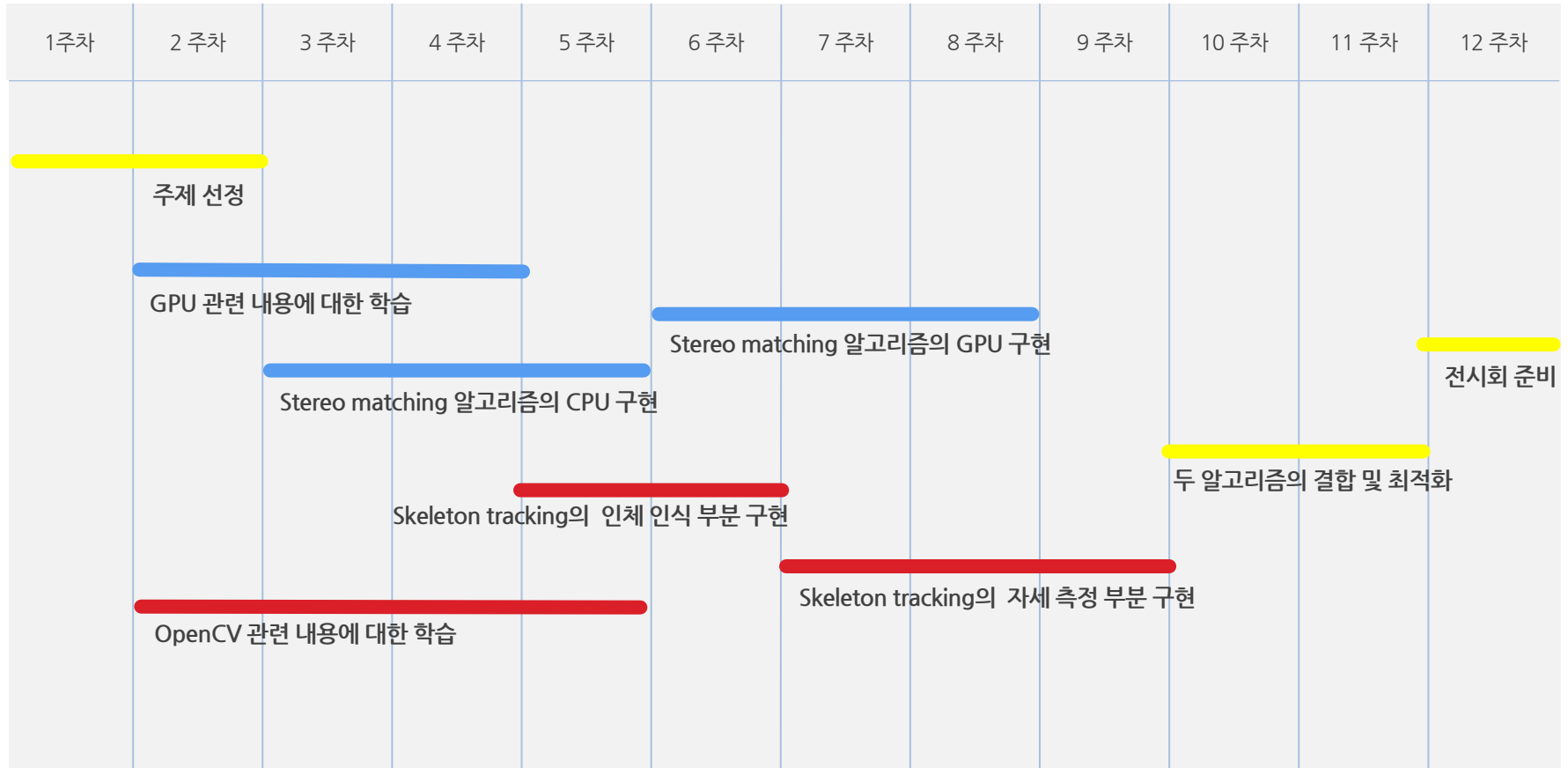


---

# 현재진행상황

- GPU관련 내용 및 OPEN CV 학습
  - Real-time Upper-body Human Pose Estimation using a Depth Camera, HP Laboratories
  - Stereo-Based Multi-Person Tracking using Overlapping Silhouette Templates, 2010 International Conference on Pattern Recognition
  - Adaptive support-weight approach for correspondence search, IEEE
- Stereo Matching Algorithm의 CPU 구현 및 디버깅

000 000 고통



감사합니다

---