



Nexon Developers Conference 2010

May 24-28, 2010

# 증강 현실의 원리로 바라보는 증강 가상의 세계

소속 : CSO

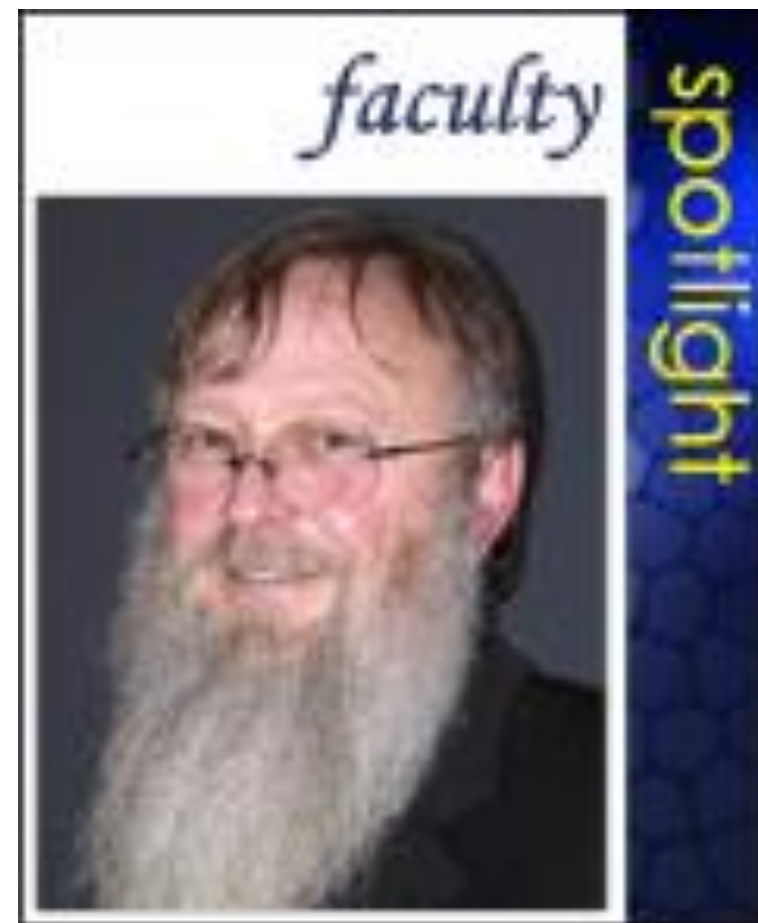
발표자 : 구태훈



# 20년 전 1990년 증강현실

Tom Caudell

보잉사가 작업자들에게 항공기의 전선을 조립하는 것을 돕기 위한 과정에서 증강현실이란 용어를 만들었다.



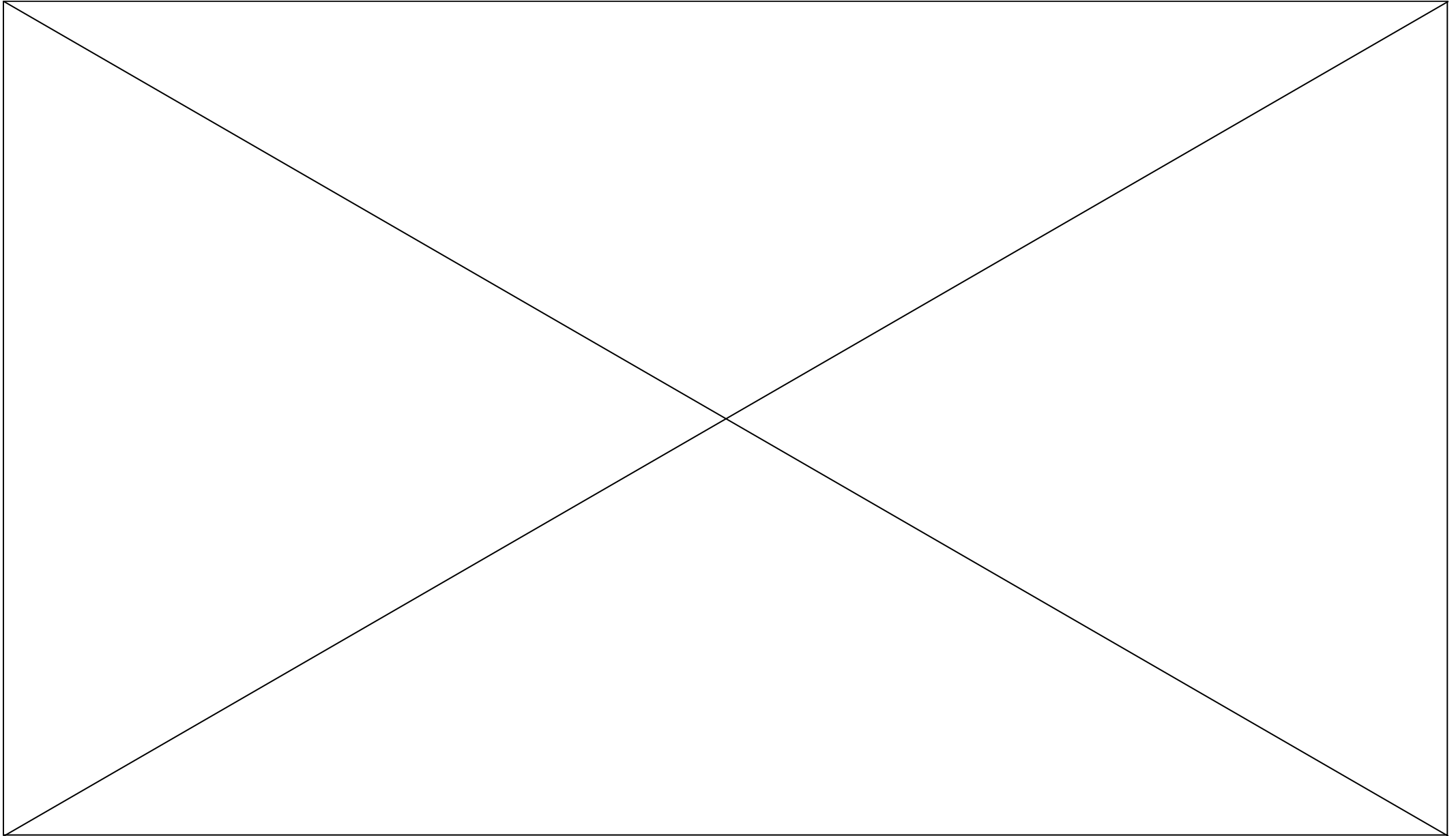
# 1994년 혼합 현실



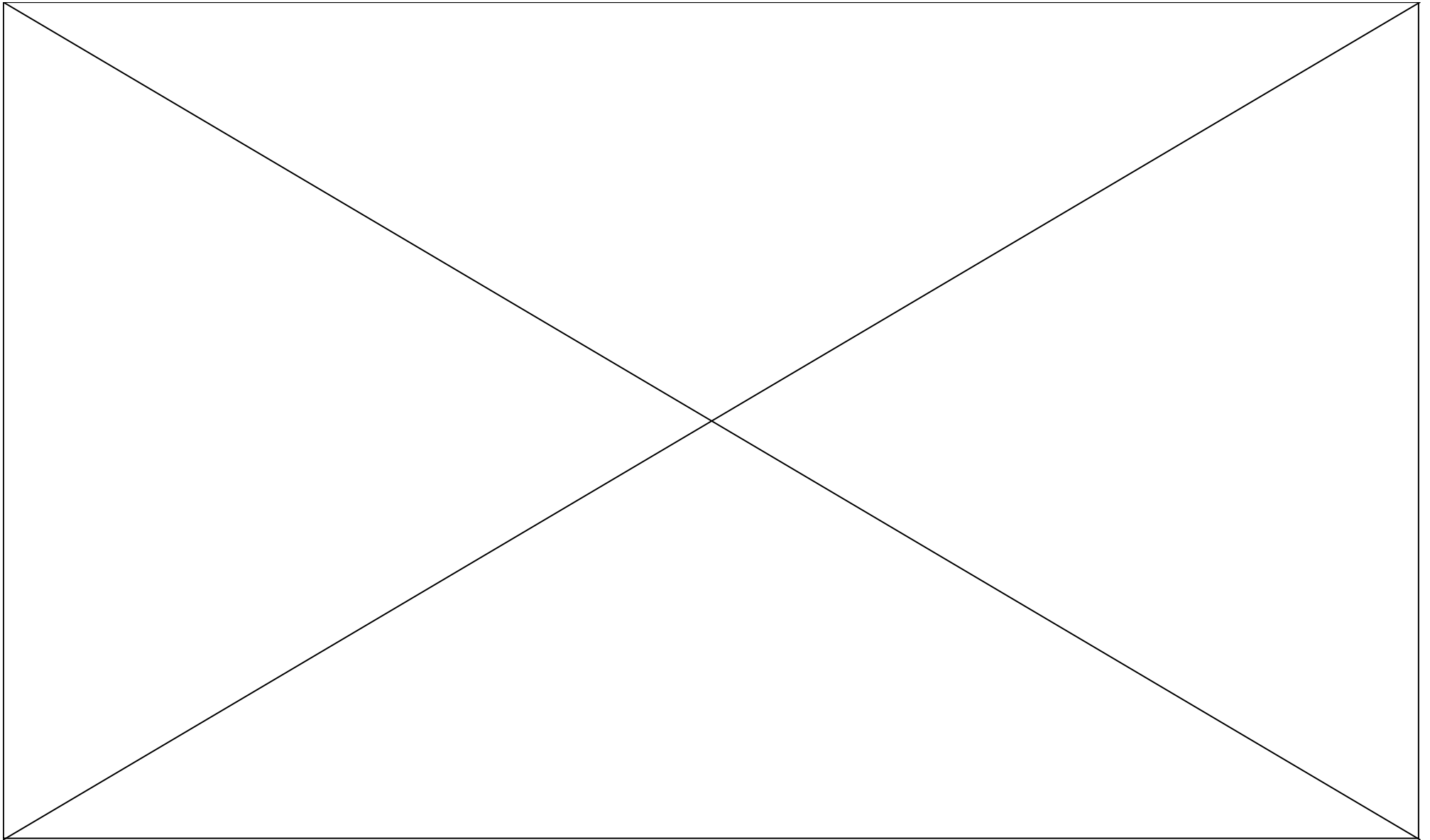
1994 Paul Milgram and Fumio Kishino

1. 카메라 Calibration
2. 마커 등록
3. VRML 등록
4. 잘 되길 기도

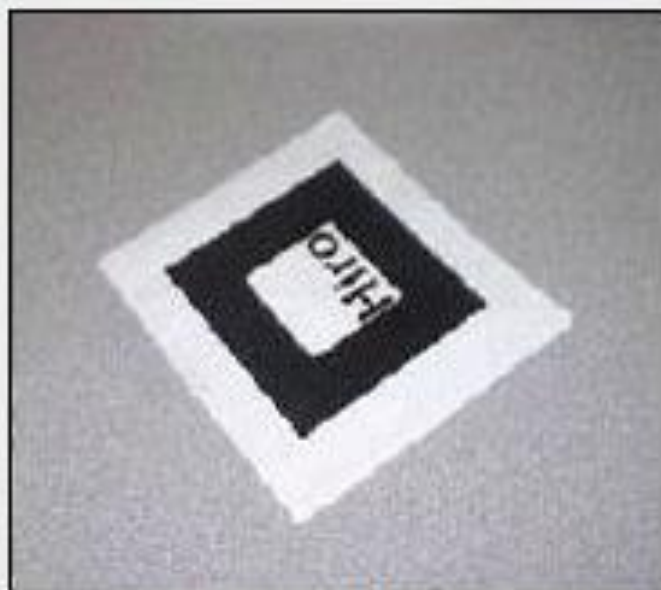
## 참고 자료 1/2 게임 (45초부터)



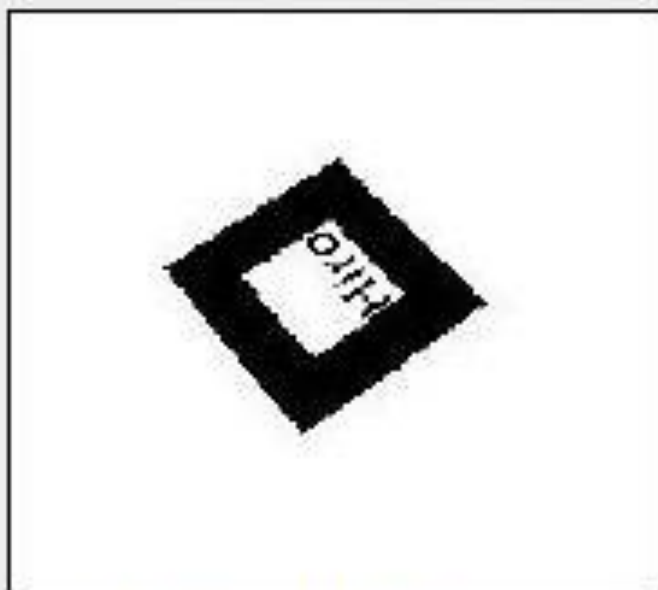
## 참고 자료 2/2 의학 (34초부터)



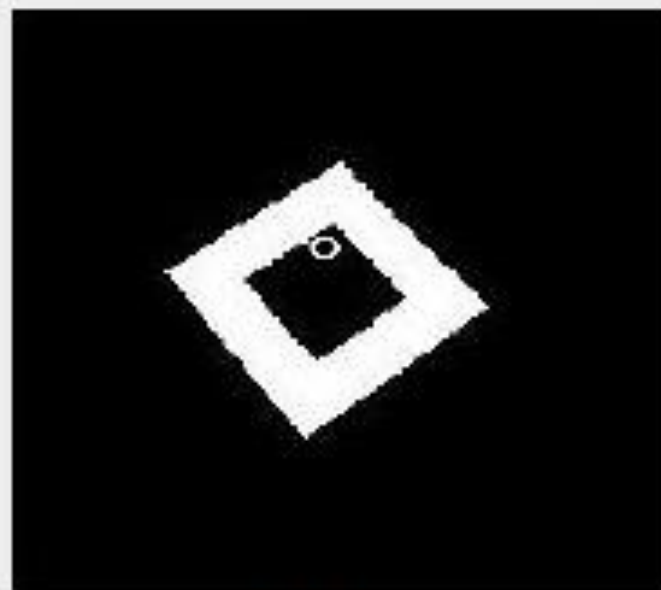
시연 (5분)  
원리 (과거) (10분)  
트렌드와 증강 가상 (5분)  
Q & A (5분)



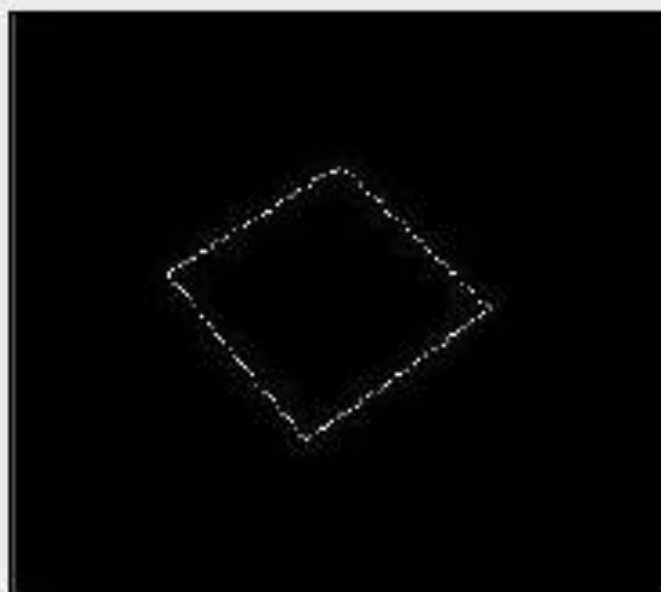
**a. Original image**



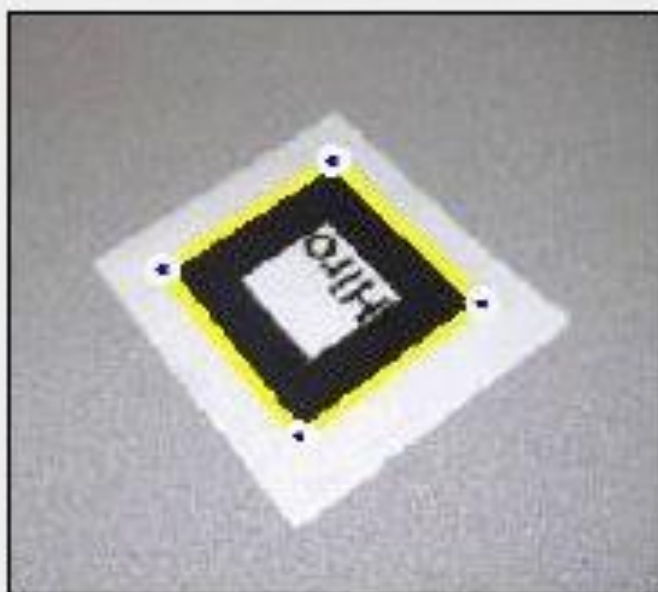
**b. Thresholded image**



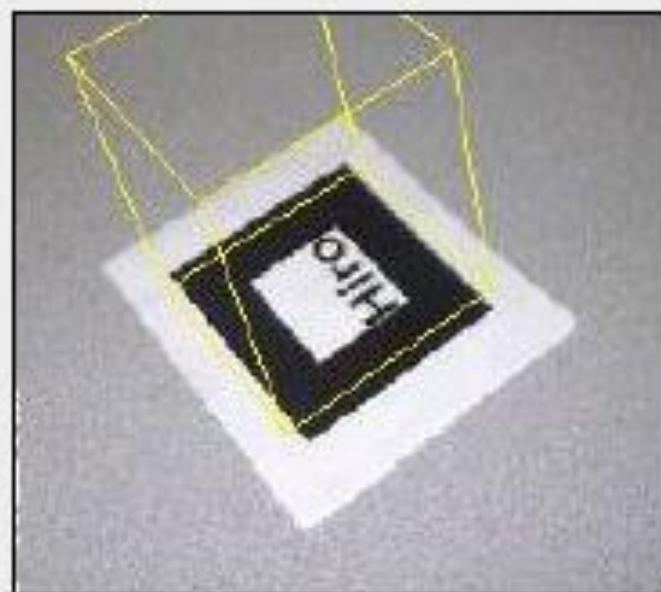
**c. Connected components**



**d. Contours**



**e. Extracted marker edges and corners**



**f. Fitted square**



# Rotation & Translation

M(마커의 좌표계) → C(카메라의 좌표계)로 변환

$$\begin{bmatrix} X_C \\ Y_C \\ Z_C \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} & T_1 \\ R_{21} & R_{22} & R_{23} & T_2 \\ R_{31} & R_{32} & R_{33} & T_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_M \\ Y_M \\ Z_M \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$= \mathbf{T}_{CM} \begin{bmatrix} X_M \\ Y_M \\ Z_M \\ 1 \end{bmatrix}$$

# Perspective Projection

C(카메라의 3D 좌표) → 이상적인 I(2D좌표)로 변환

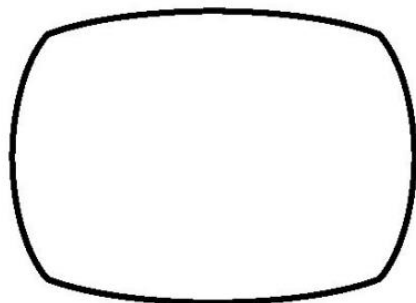
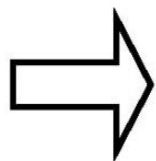
$$\begin{bmatrix} hX_I \\ hY_I \\ h \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} sf_x & 0 & x_c & 0 \\ 0 & sf_y & y_c & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_C \\ Y_C \\ Z_C \\ 1 \end{bmatrix} = \mathbf{C} \begin{bmatrix} X_C \\ Y_C \\ Z_C \\ 1 \end{bmatrix}$$

C : Camera Parameter

# 스크린 좌표는 추가적인 보정이 필요



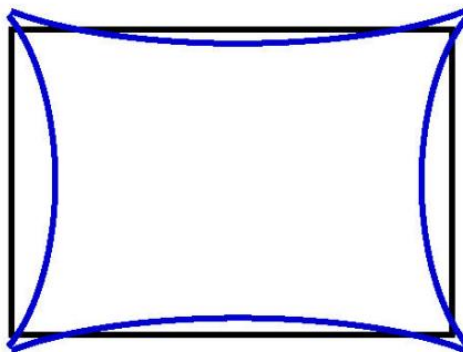
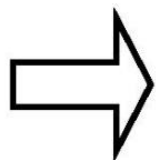
Ideal Image



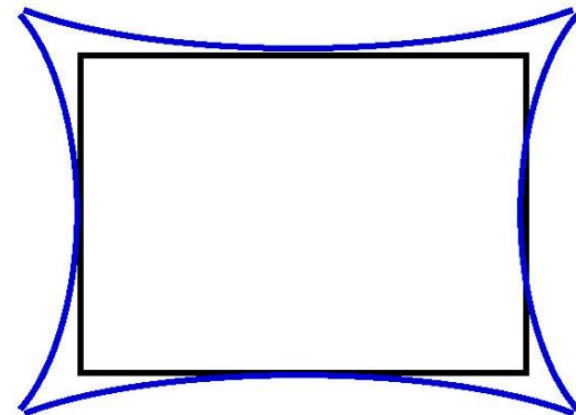
Distorted Image



Observed Image



Compensated Image  
(doesn't fit the screen)



Scale adjusted Image

# Image Distortion parameters

스크린에 맞도록 보정

$$x = s(x_i - x_0), y = s(y_i - y_0)$$

$$d^2 = x^2 + y^2$$

$$p = \{1 - fd^2\}$$

$$x_d = px + x_0, \quad y_d = py + y_0$$

$$\text{dist\_factor}[0] = x_0$$

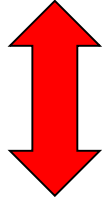
$$\text{dist\_factor}[1] = y_0$$

$$\text{dist\_factor}[2] = 1000000000.0 * f$$

$$\text{dist\_factor}[3] = s$$

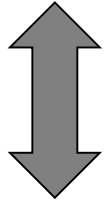
```
typedef struct {
    int xsize, ysize;
    double mat[3][4];
    double
    dist_factor[4];
} ARParam;
```

Marker 좌표



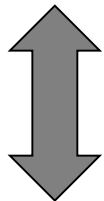
Tmc를 알면 상호연산가능

Camera 좌표



상호 연산가능

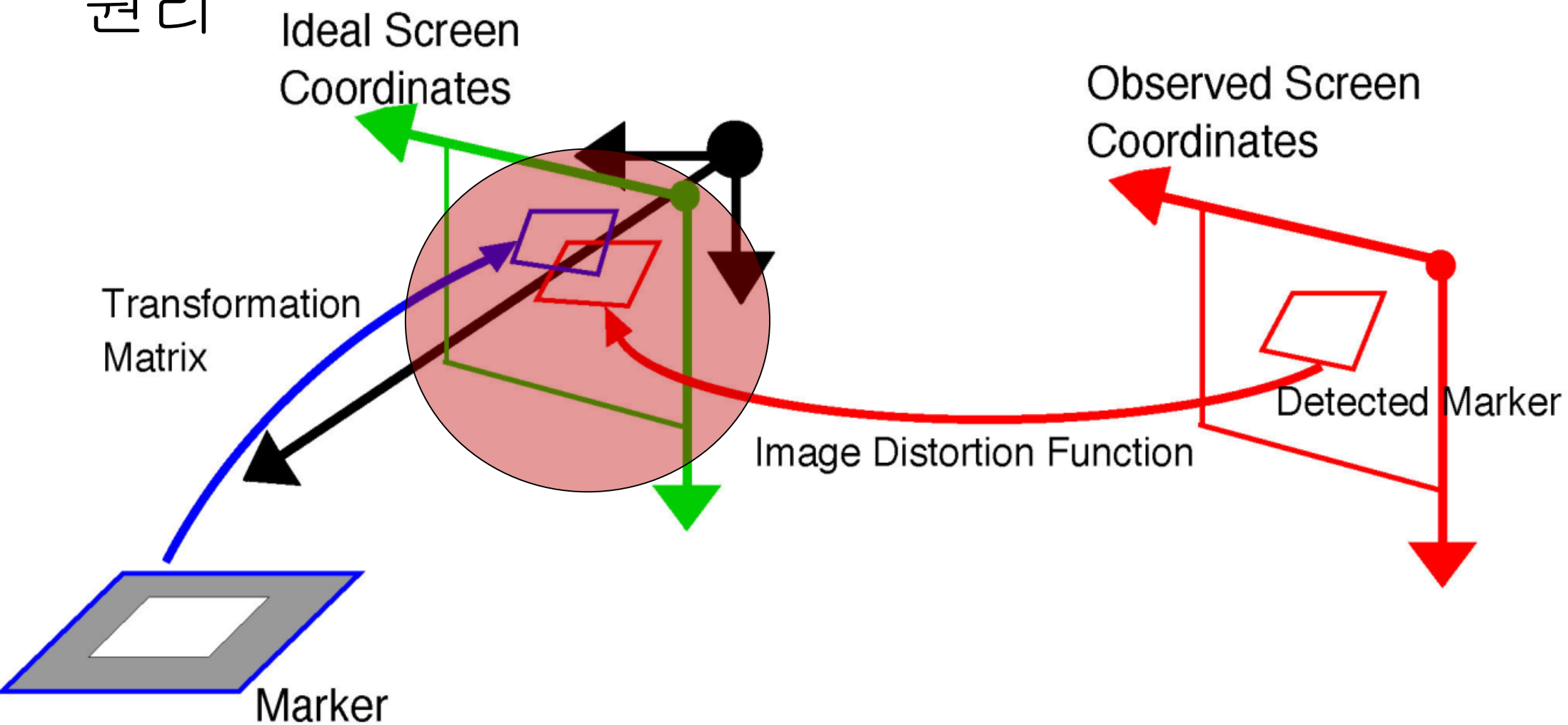
이상적인 스크린 좌표



상호 연산가능

실제 인식된 스크린 좌표

# 원리



$$\begin{bmatrix} h\hat{x}_i \\ h\hat{y}_i \\ h \end{bmatrix} = \mathbf{C} \cdot \mathbf{T}_{CM} \begin{bmatrix} X_{Mi} \\ Y_{Mi} \\ Z_{Mi} \\ 1 \end{bmatrix}, \quad i = 1, 2, 3, 4$$

$$err = \frac{1}{4} \sum_{i=1,2,3,4} \left\{ (x_i - \hat{x}_i)^2 + (y_i - \hat{y}_i)^2 \right\}$$

# 노이즈 제거

방법1.

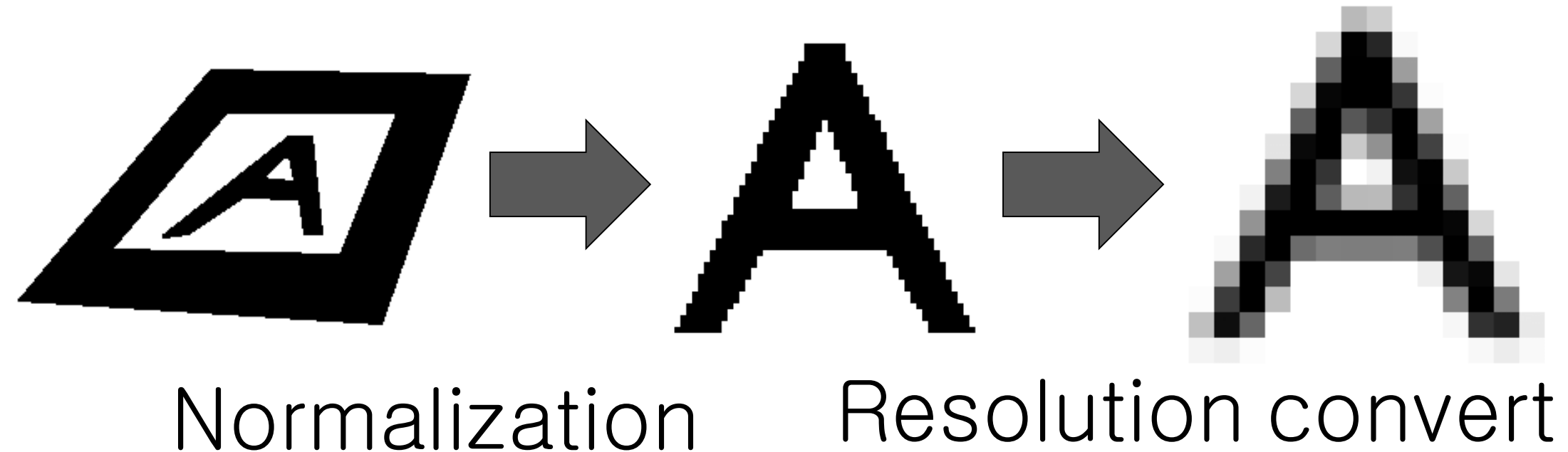
각 꼭지점의 좌표들 평균값 사용

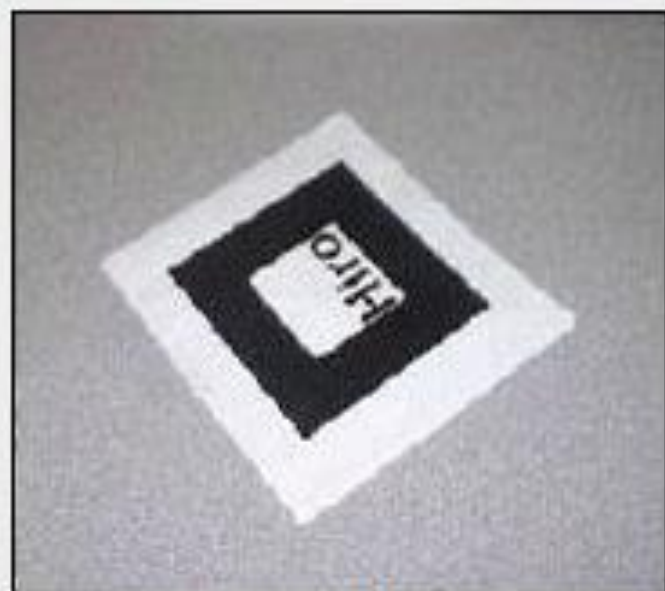
방법2.

이전 프레임상의 위치를 캐싱

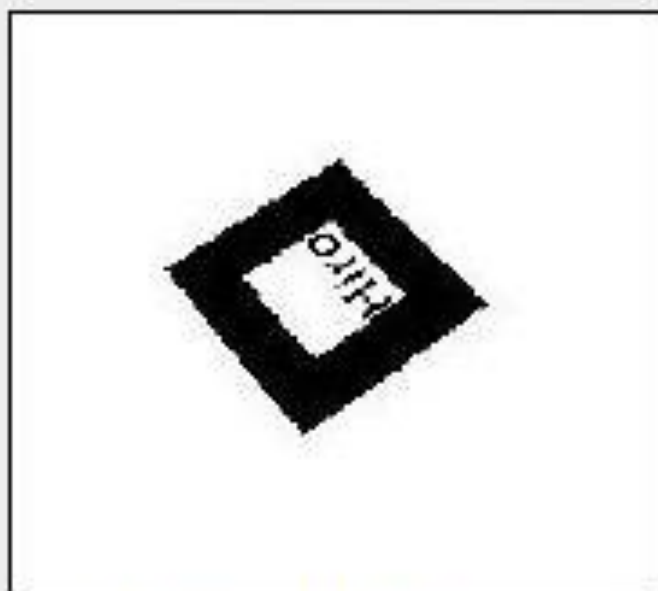


# Accuracy vs Speed

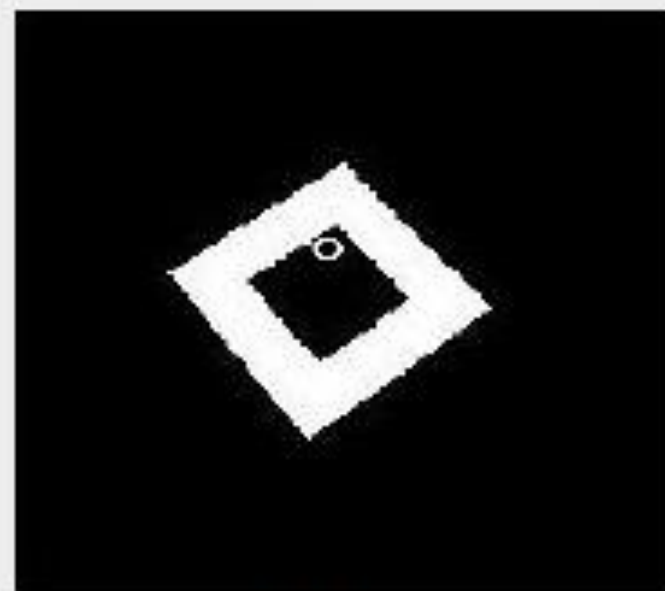




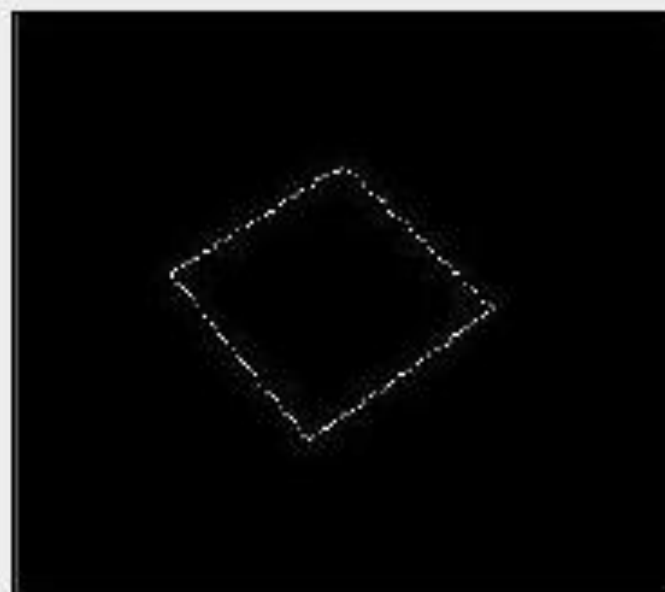
**a. Original image**



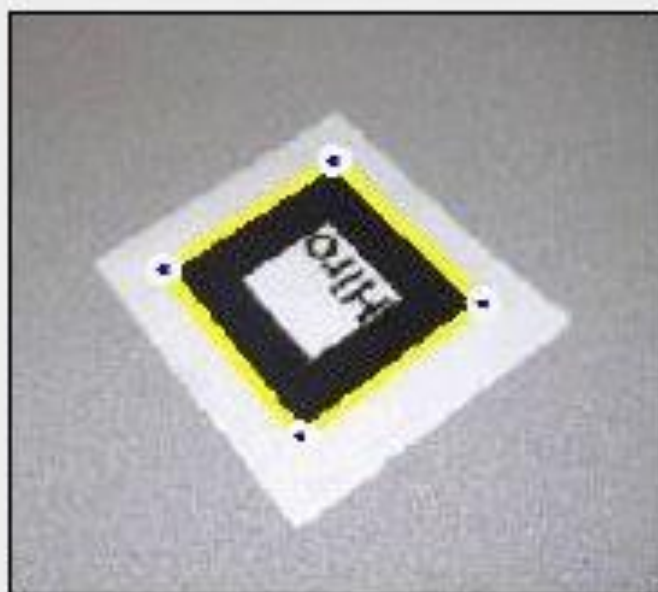
**b. Thresholded image**



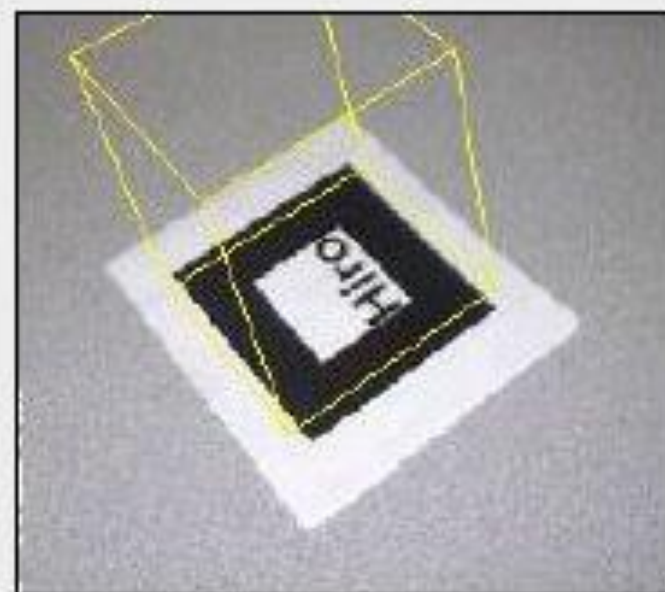
**c. Connected components**



**d. Contours**



**e. Extracted marker edges and corners**



**f. Fitted square**

# 복습 1



1994 Paul Milgram and Fumio Kishino

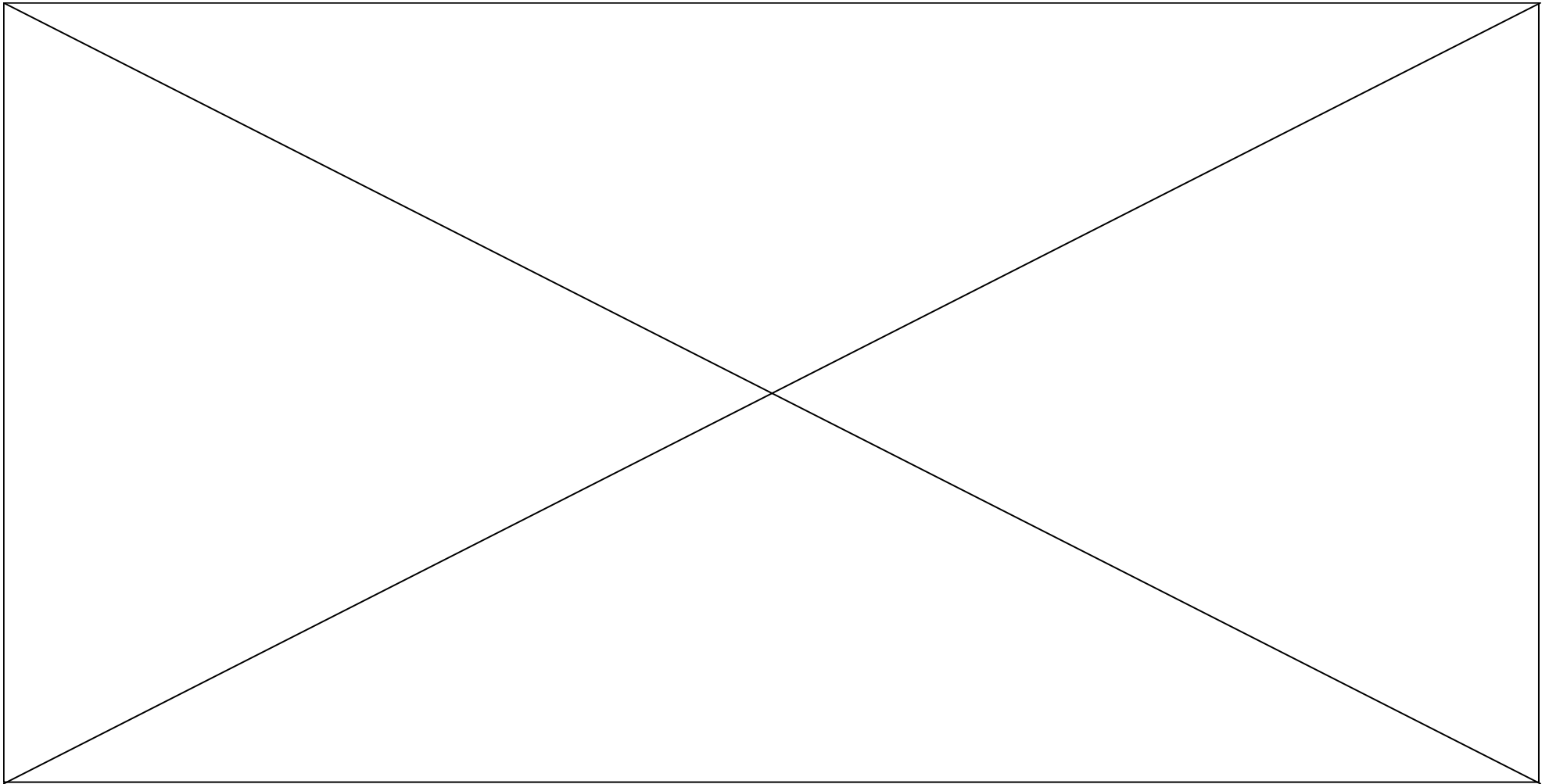
# 복습 2

$$\begin{bmatrix} h\hat{x}_i \\ h\hat{y}_i \\ h \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{C} & \mathbf{T}_{CM} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_{Mi} \\ Y_{Mi} \\ Z_{Mi} \\ 1 \end{bmatrix}, \quad i = 1, 2, 3, 4$$

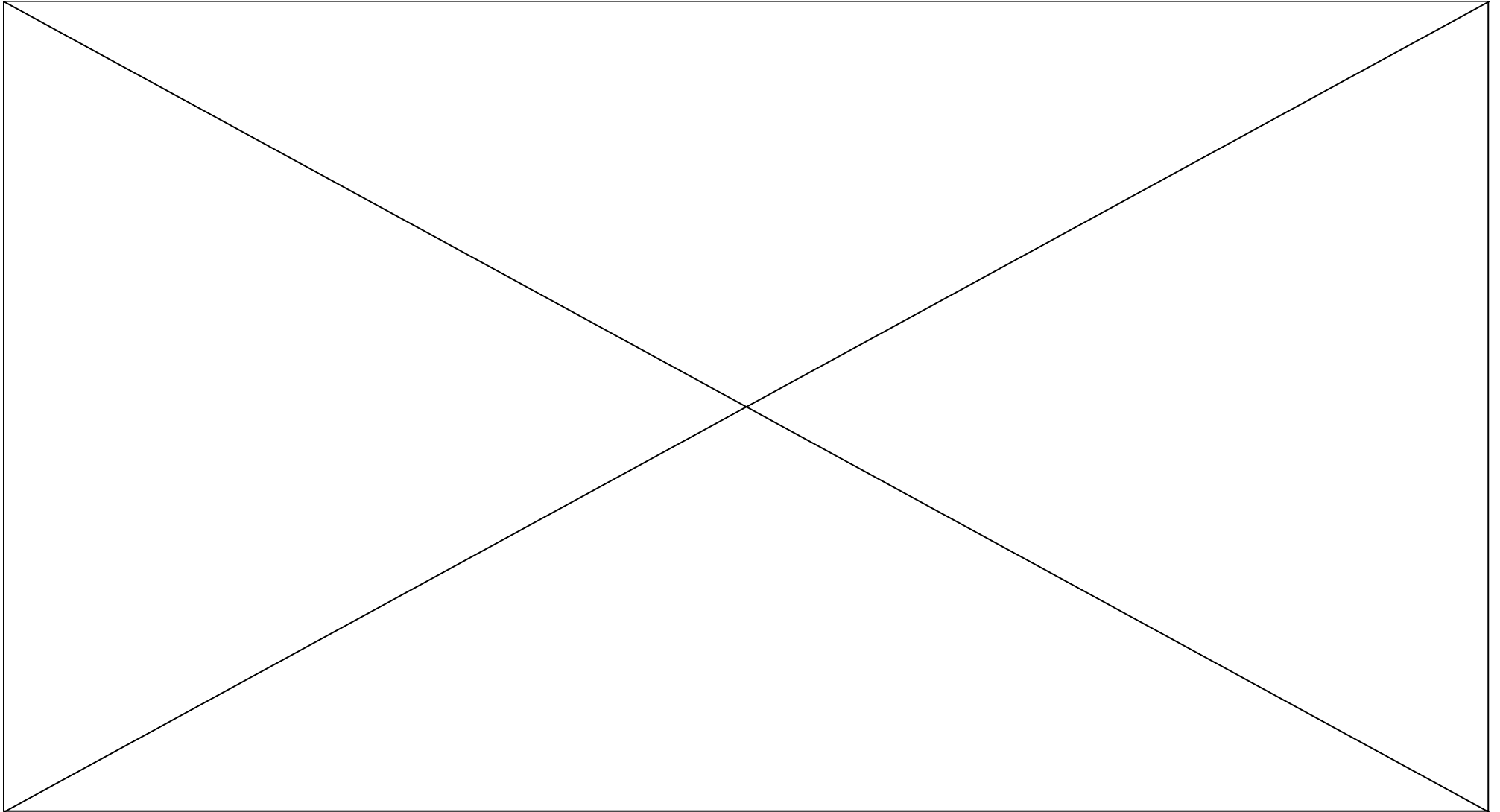
$$err = \frac{1}{4} \sum_{i=1,2,3,4} \left\{ (x_i - \hat{x}_i)^2 + (y_i - \hat{y}_i)^2 \right\}$$

시연 (5분)  
원리 (과거) (10분)  
트렌드와 증강 가상 (5분)  
Q & A (5분)

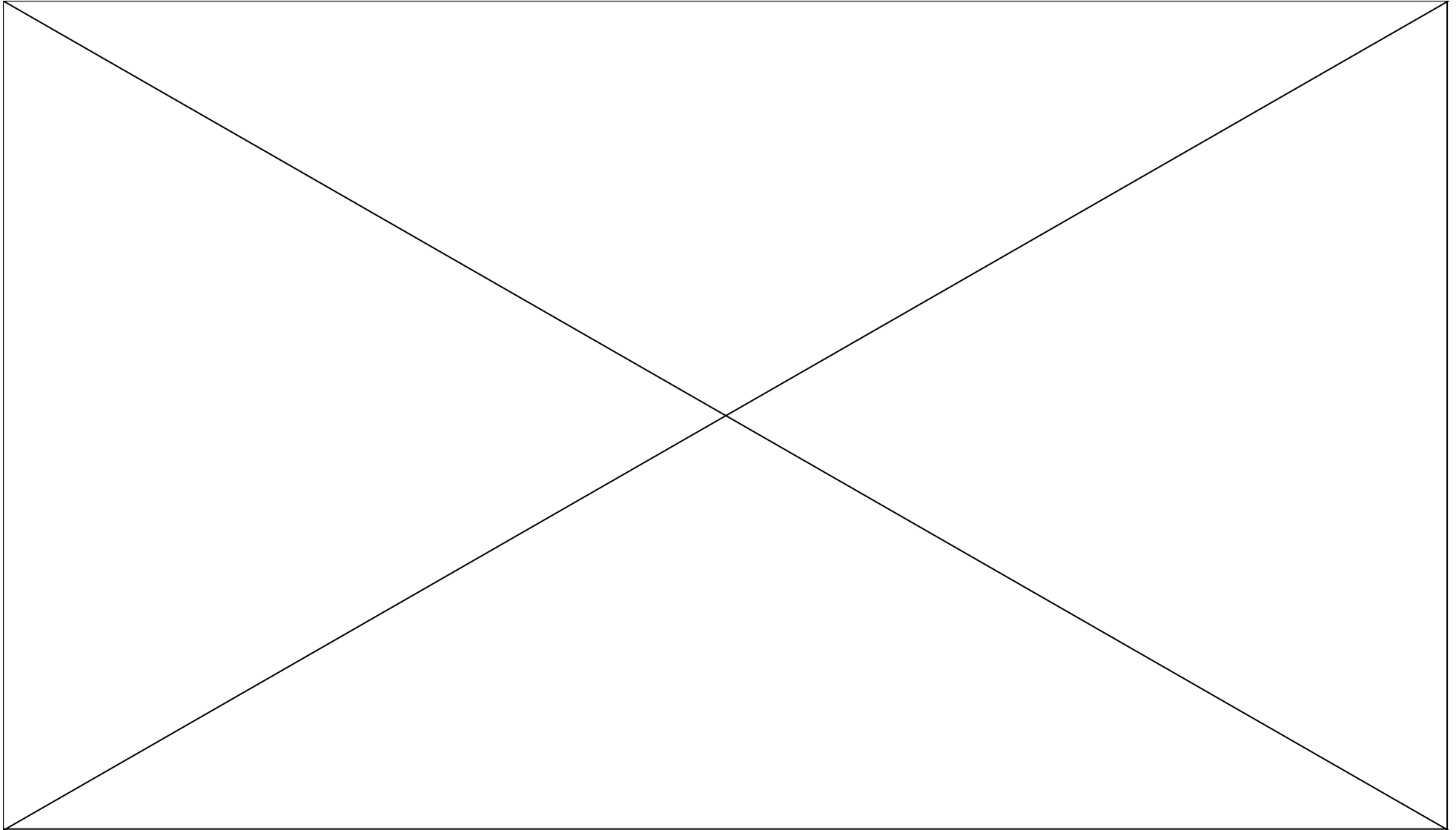
## 참고자료 1/4 물리



## 참고 자료 2/4 Natal



## 참고 자료 3/4 Sixthsense

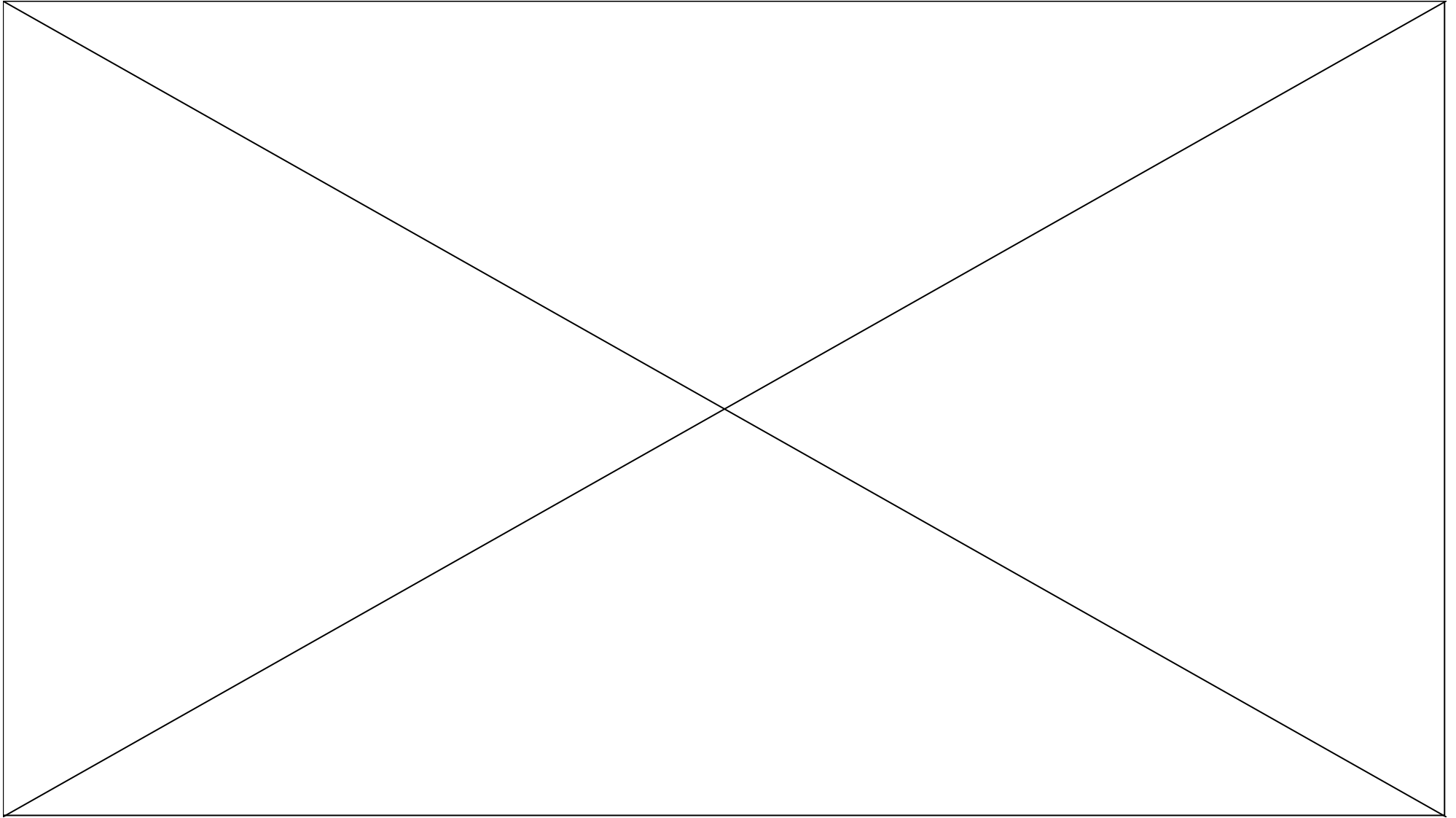




# 최근 트렌드 1/5

증강현실 / MR에 집중되고 있음  
(증강가상은 상대적으로 소외됨)

## 참고 자료 4/4 형태 인식



# 최근 트렌드 2/5

## 다중 타겟 인식

- 동시에 여러 타겟을 인식
- 병렬처리로 성능 개선

# 최근 트렌드 3/5

모바일 기기와의 연동

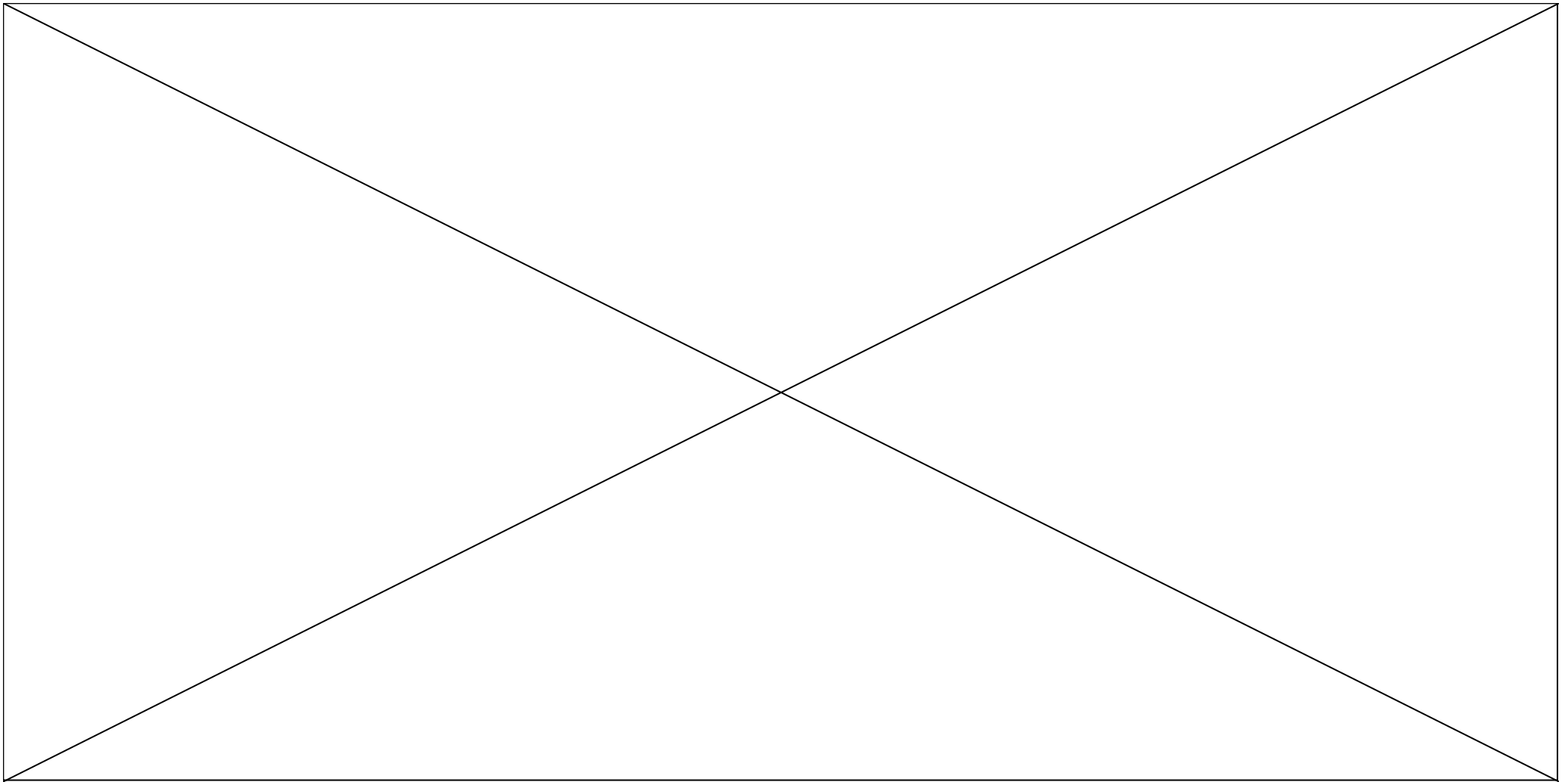
- 아이폰을 중심으로 활발히 진행
- 성능 이슈가 중심

# 최근 트렌드 4/5

## 촉각과 연동

- Airborne Ultrasound Tactile Display
- 초음파를 이용하여 동기화된 정보 사용
- SIGGRAPH 2009

# SIGGRAPH 2009



# 최근 트렌드 5/5

마커 없이 사물인식 (!)

- 외곽선이 없는 마커 인식
- 사물 자체를 인식
- SLAM (뒤쪽에 나옴)

# 마커리스의 대표적인 두 가지 기법

공간에 대한 사전 지식이  
1. 있는 경우 (미니맵)

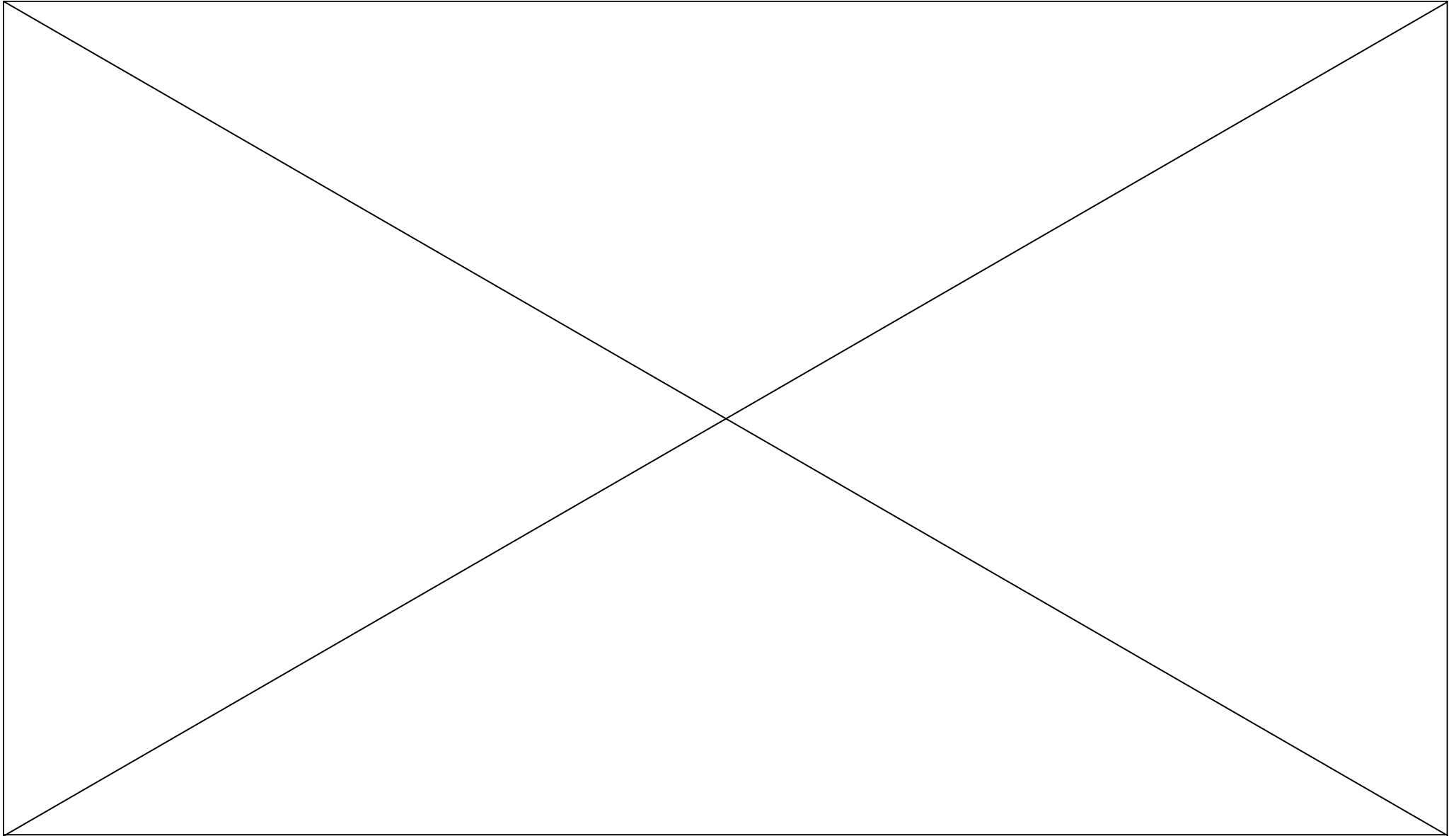


# 마커리스의 대표적인 두 가지 기법

공간에 대한 사전 지식이

2. 없는 경우 → SLAM

# 참고 자료 SLAM

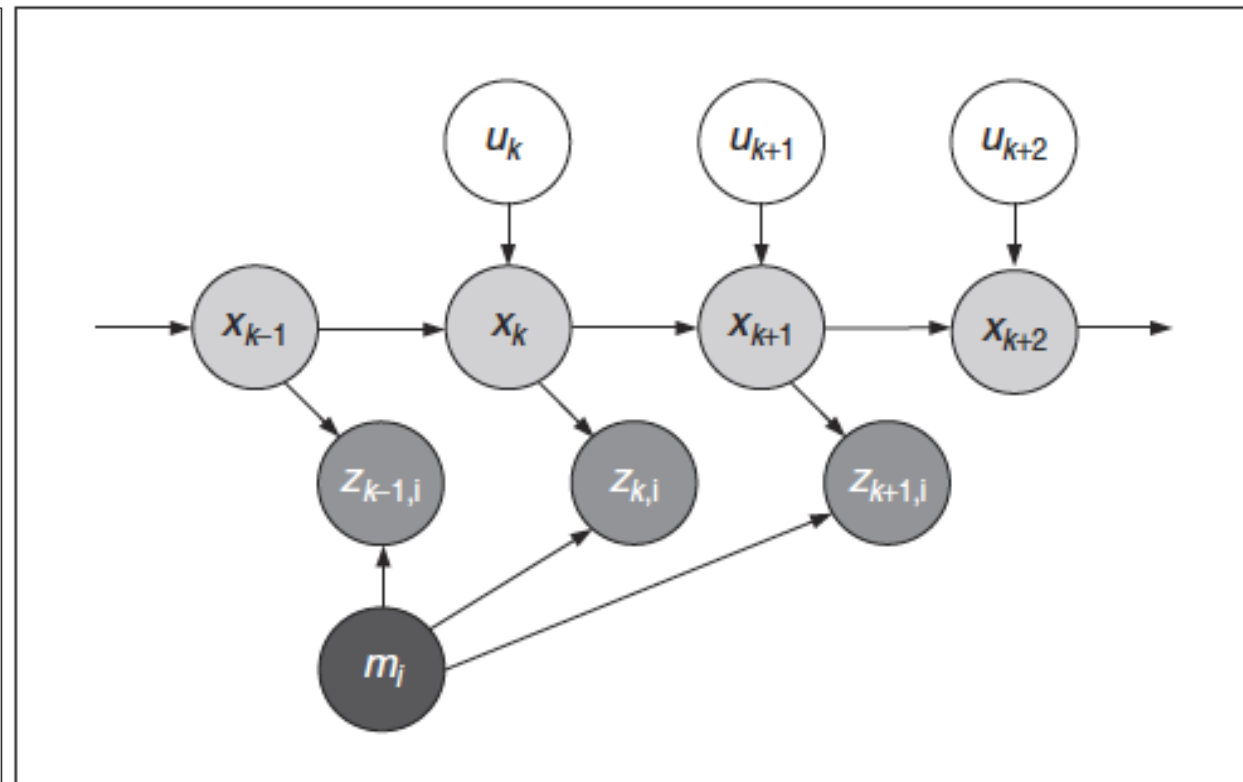
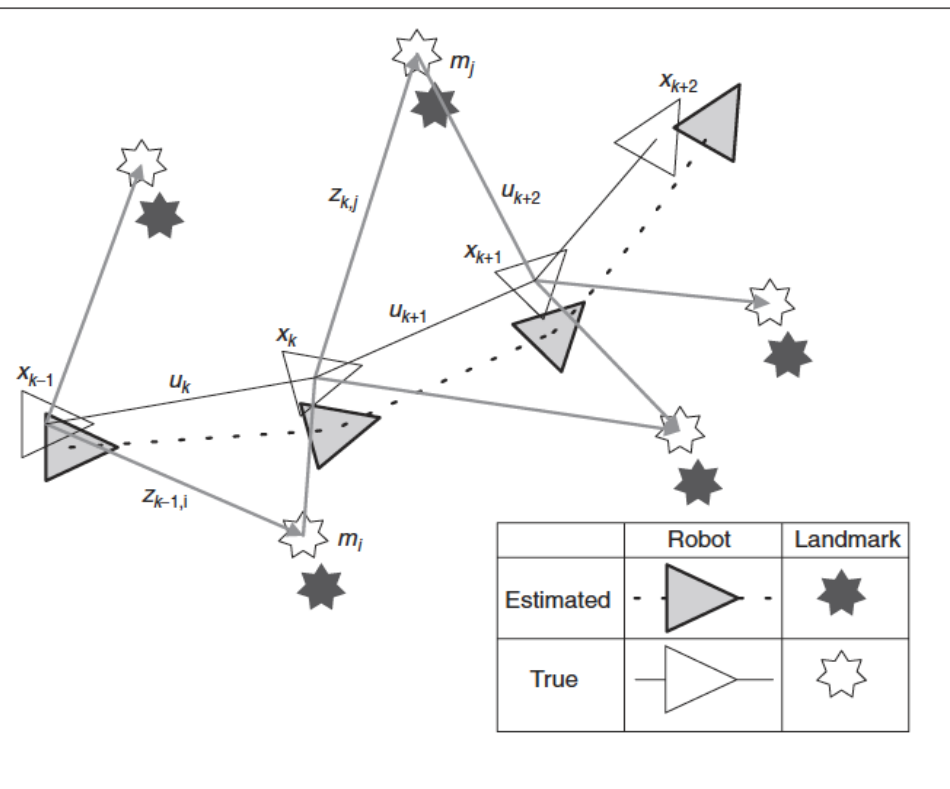
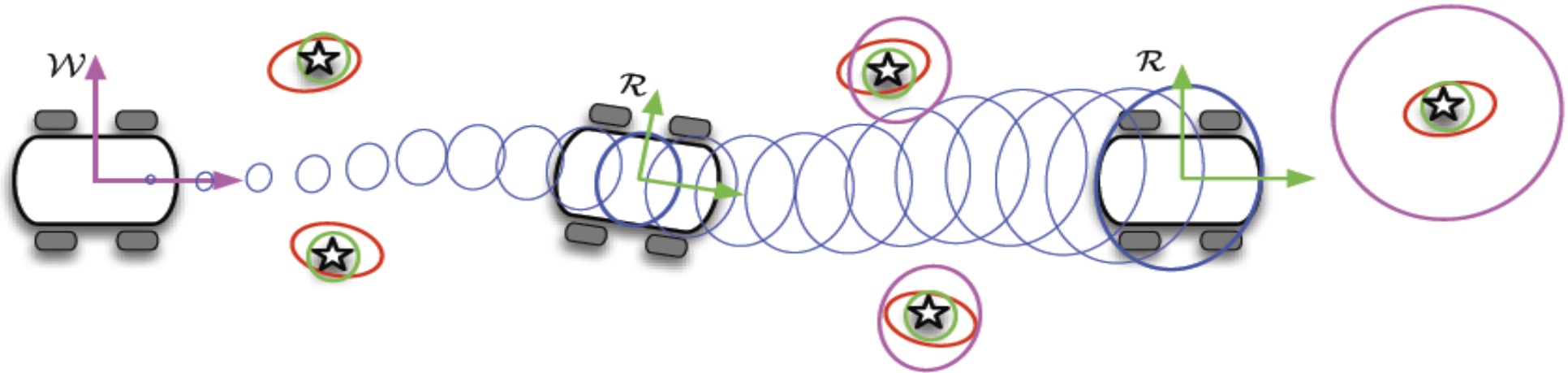


# SLAM Simultaneous Localization And Mapping

자신의 위치를 인식하고 동시에 주변  
환경에 대한 지도를 작성하는 것

로보틱스 분야에서 응용.

1998년 Davison 등이 유럽 컴퓨터 비  
전 컨퍼런스(European Conference  
on Computer Vision)에 다른 센서 없  
이 카메라만을 사용한 방법을 제시함  
으로써 카메라를 3차원 위치 탐지기  
로 한 비전 기반 SLAM이 본격적으로



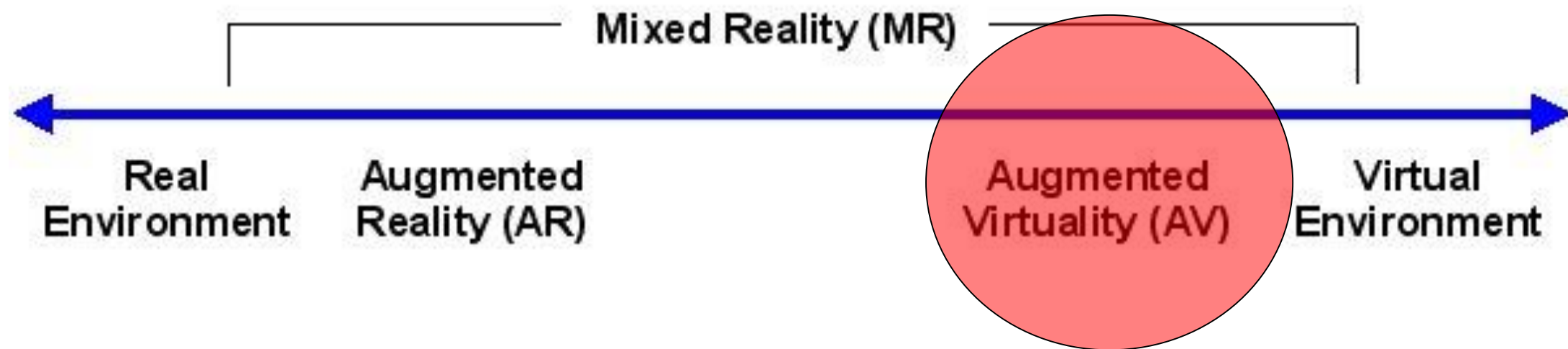
카메라 2개 달린 로봇청소기 출시  
LG전자 '로보킹 듀얼아이' 출시  
2009.12.14

문턱도 넘는 '눈' 달린 로봇청소기 나왔  
다  
삼성 로봇청소기 탕고 2009.11.05



# 증강 가상

# 복습 1



1994 Paul Milgram and Fumio Kishino

# 증강 가상

일반적으로...

현실은 가상으로 증강될 수 있지만  
가상은 현실로 증강될 수 없다

현실에서의 가상은 증강된 정보가 될 수 있지만  
가상에서의 현실은 몰입 방해요소가 되기 때문





# 온라인 게임

현실에서는 남자.게임에서는 여자

# 발상의 시작 1/2

가상에서 현실의 개입이  
오히려 몰입을  
증가시킬 수는 없을까?

# 다른 관점으로 재접근

단순한 유행으로 보지 않고  
가상에서 현실 개입이 오히려 몰입을 증가시킴

- 세컨드 라이프
- EyeToy
- Wii
- 기타히어로
- Natal
- 드라이빙 컨트롤러
- 3D 입체

# 게임과의 연관성

실제 상품의 바코드를 입력해서 사용하는 아이덴티티  
월드 빌딩  
인공지능 (감정, 사고)  
글로벌형 컨트롤러  
아바타  
마케팅용 특전 (!)

# 발상의 시작 2/2

카메라 없이  
증강 현실 / 증강 가상을 만들 수 없나



ラブプラス

# 증강 현실



# 증강 현실





# 증강 가상

高嶺

……今話してた子、  
可愛いね。

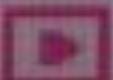
AUTO



早川

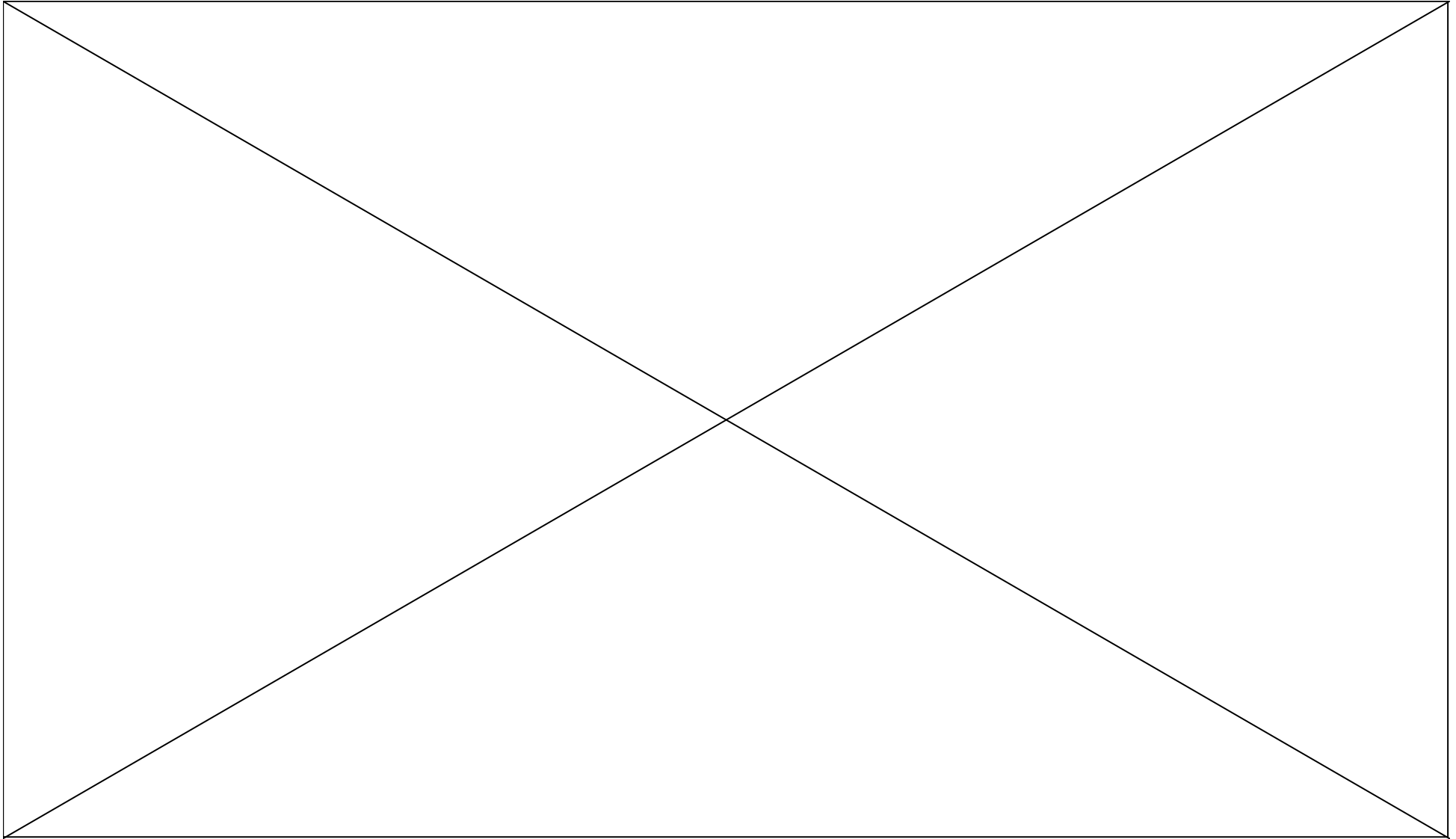
ピッタリだね。  
話してても寒い  
だし、さっさと行こ。

AUTO

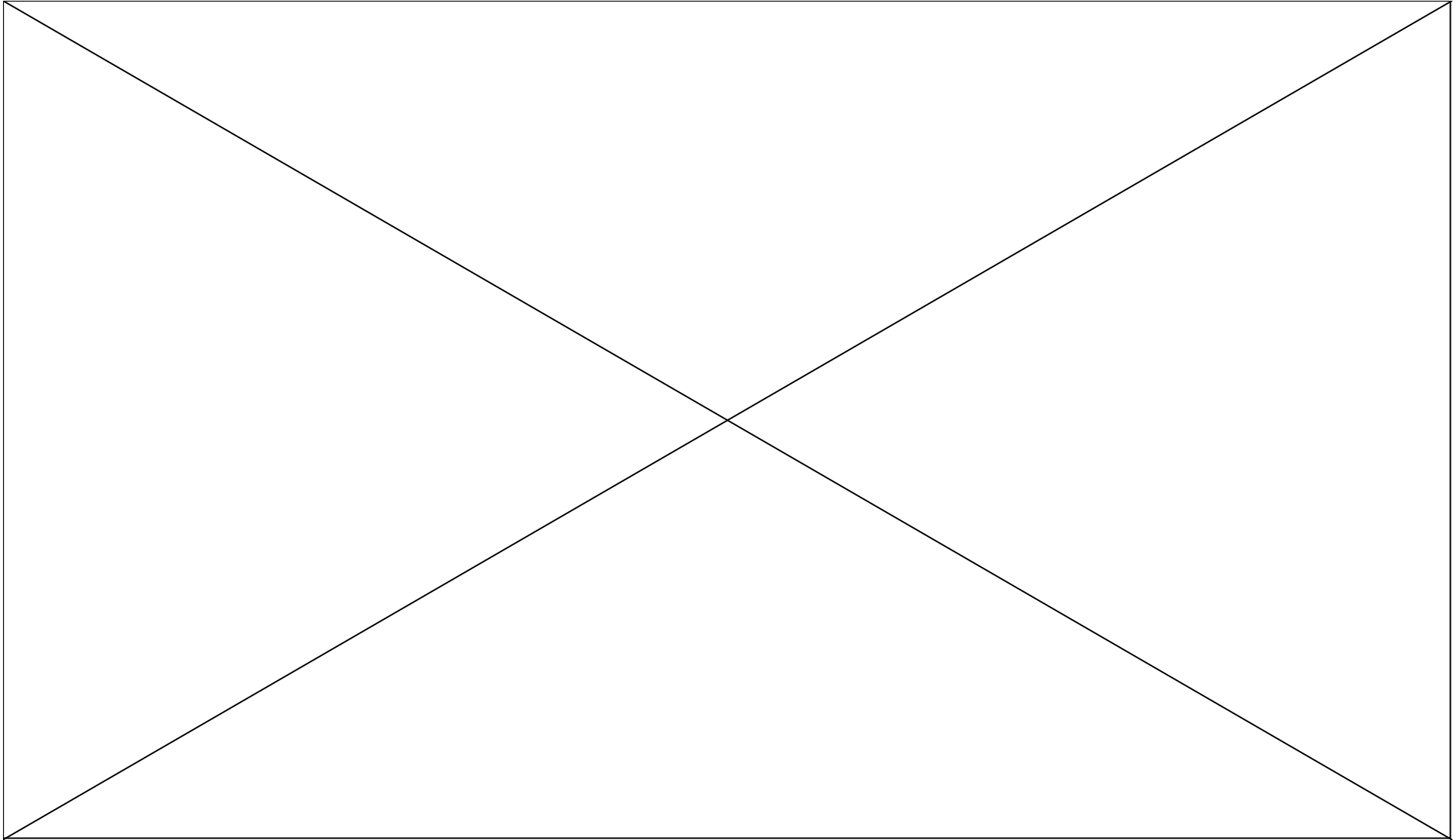




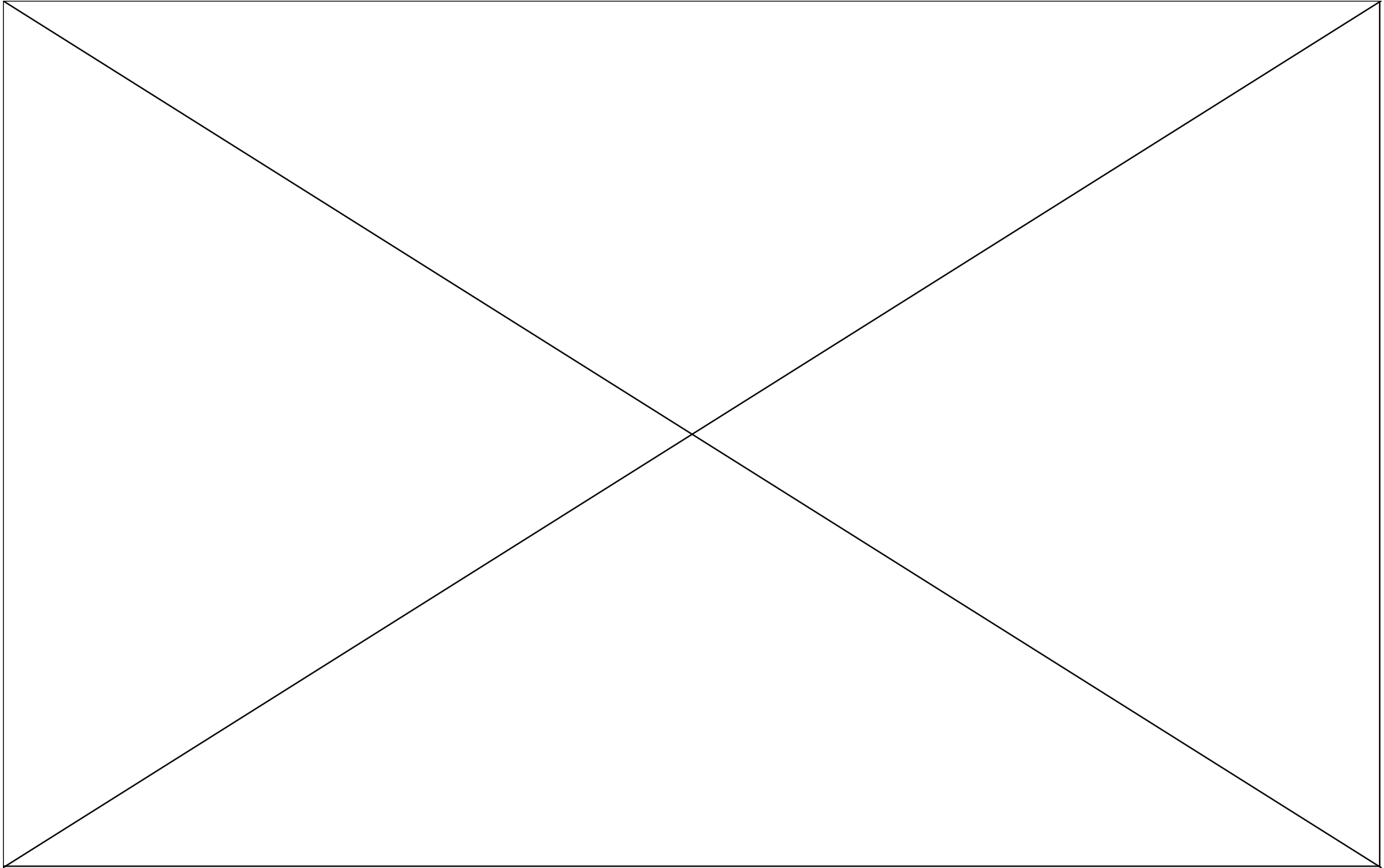
## 참고 자료 1/3 디즈니



## 참고 자료 2/3 레고 키오스크



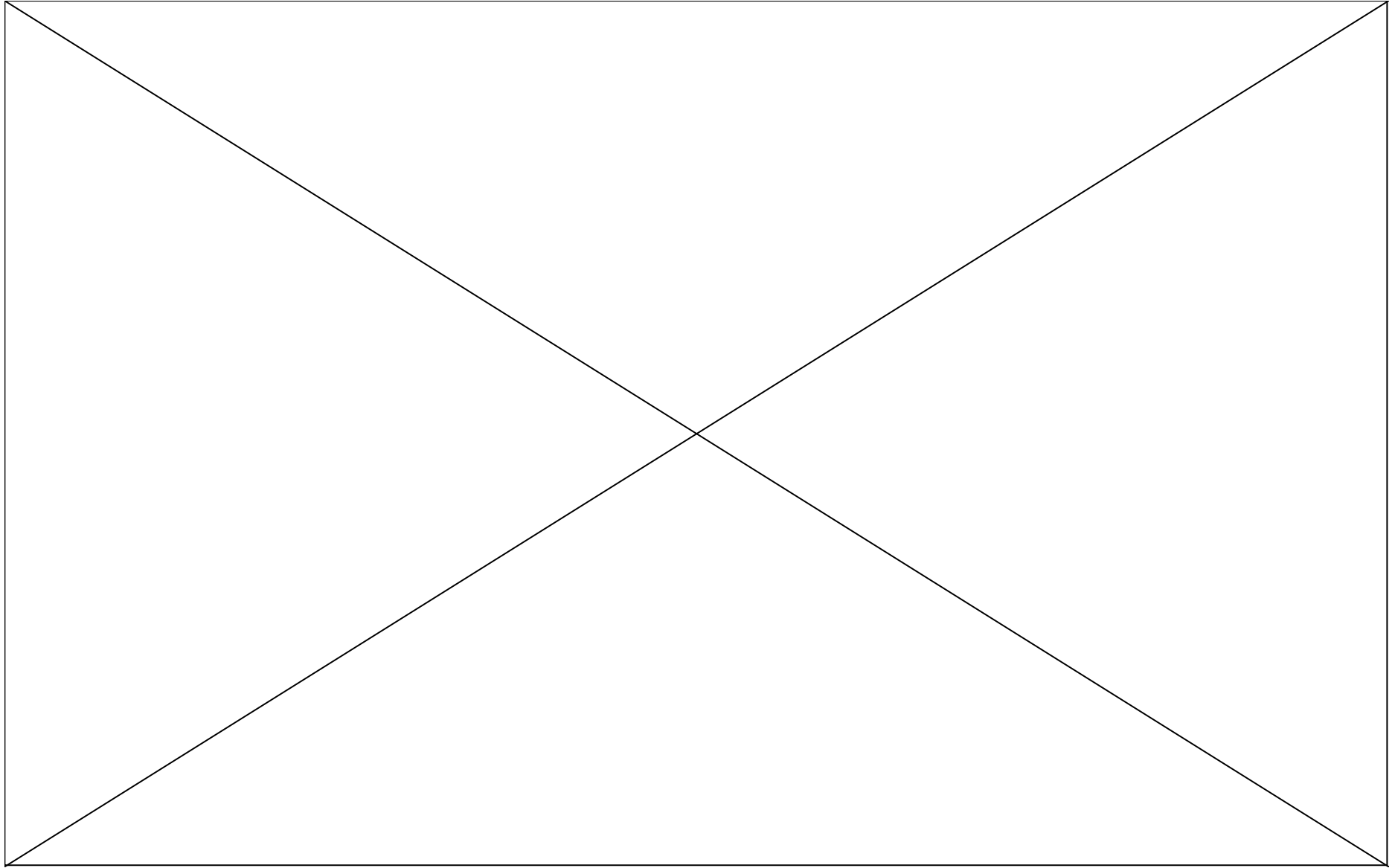
## 참고 자료 3/3 국내 광고



# 개인적인 예측

## 일상 생활화

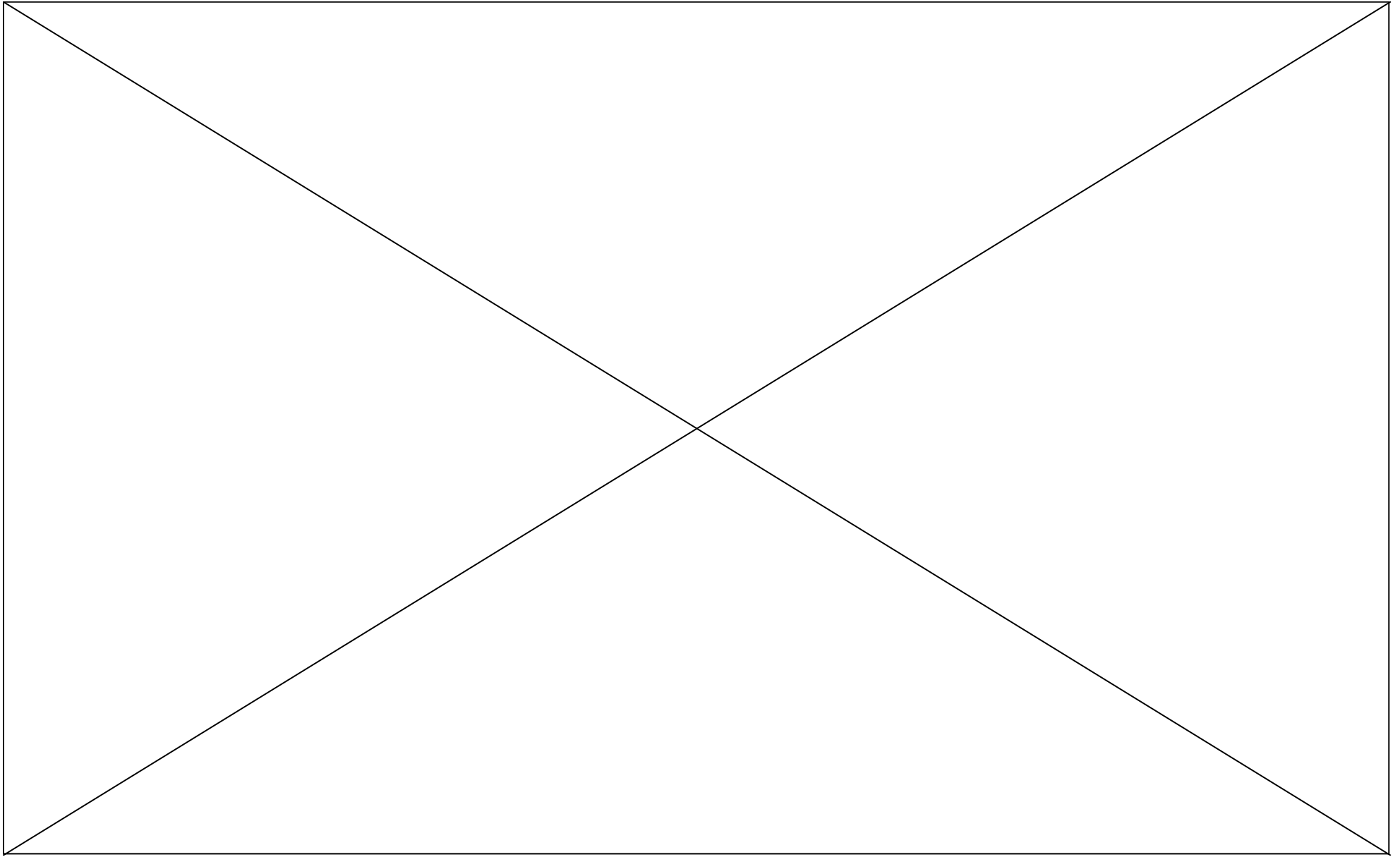
- 광고, 의료, 키오스크, 각종 매뉴얼, 교육, 훈련
- 억지로라도 증강현실과 결합하려는 시도가 늘어날 것이다



# 개인적인 예측

카메라의 확산

→ 자동차, TV 등 (HUD, 네비게이션)



# 개인적인 예측

## Tactile의 시대

- Touch가 아닌 Tactile
- 시각, 청각 등을 Tactile로 결합 시키는 기술이 관건
- 새로운 인터페이스의 등장 이 예상됨 (스피커, LCD 등)
- 조만간 바람(?)이 나오는 핸드폰이 나올지도



# 이거 기억하세요 1/3



1994 Paul Milgram and Fumio Kishino

# 이거 기억하세요 2/3

$$\begin{bmatrix} h\hat{x}_i \\ h\hat{y}_i \\ h \end{bmatrix} = \begin{matrix} \text{C} & \text{T}_{\text{CM}} \end{matrix} \begin{bmatrix} X_{Mi} \\ Y_{Mi} \\ Z_{Mi} \\ 1 \end{bmatrix}, \quad i = 1, 2, 3, 4$$

$$err = \frac{1}{4} \sum_{i=1,2,3,4} \left\{ (x_i - \hat{x}_i)^2 + (y_i - \hat{y}_i)^2 \right\}$$

# 이거 기억하세요 3/3

마커리스  
SLAM  
증강의 확장

# 끝으로

다른 관점으로 현상을 바라볼 수 있다  
면, 독창적인 예측도 가능

Q & A

# 참고 자료

<http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>

<http://www.pranavmistry.com/projects/sixthsense/>

<http://lab.namudal.com/>

<http://qtboy.egloos.com/>

<http://honsil.com/>

<http://www.robots.ox.ac.uk/~gk/>

<http://sourceforge.net/projects/opencvlibrary/>