이동통신기기용 온/오프라인 통합형 임베디드 필기체 문자 인식 엔진

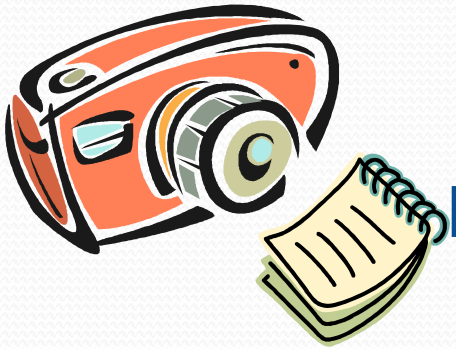
중앙대학교
휴먼 인터페이스 연구실
이장길

목차

- 프로젝트 개요
- 진행사항
  - 세선화 알고리즘
  - 정수화 연산
  - 데이터 수집 현황
- 진행계획

프로젝트 개요

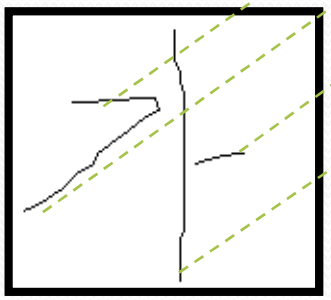
온라인 입력



오프라인 입력

전처리
이진화
세선화
획분리
획순서 추정

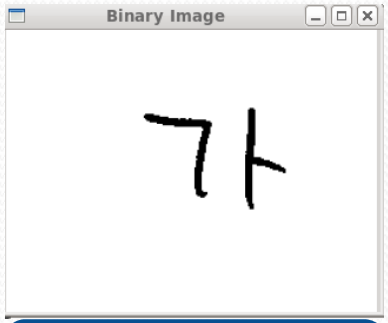
* 기본 획
* 획 순서



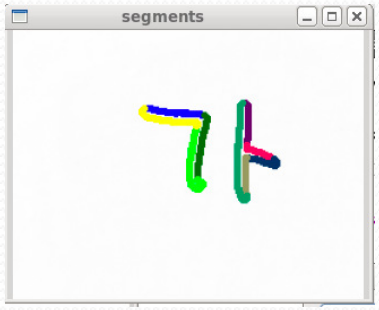
통합된 특징점 추출

인식기

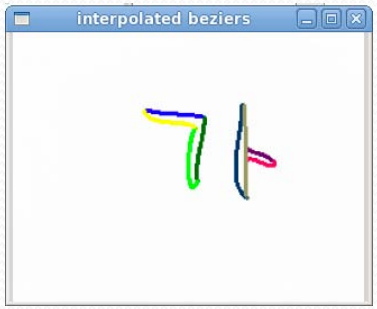
세선화



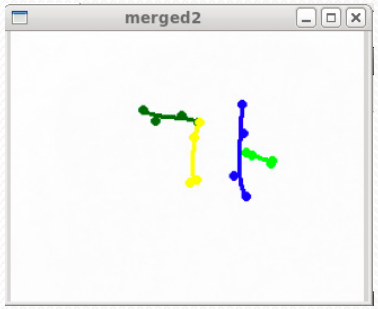
Raw Image to Binary Image



Segment

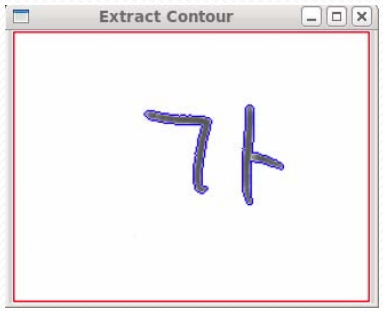


Segment Interpolation

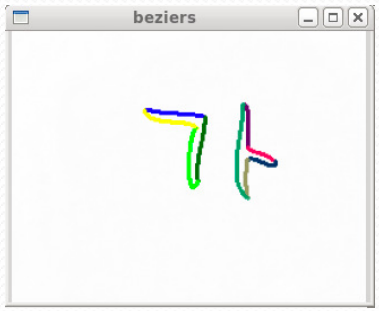


Merge Segment

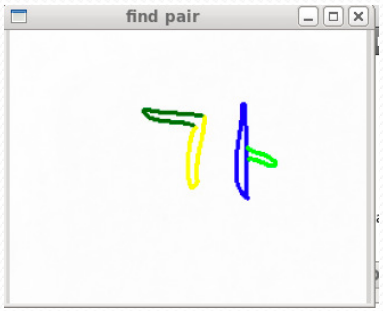
Extract Contour



Cubic bezier Curve fitting



Find Pair



Raw Image to Binary Image

Segment

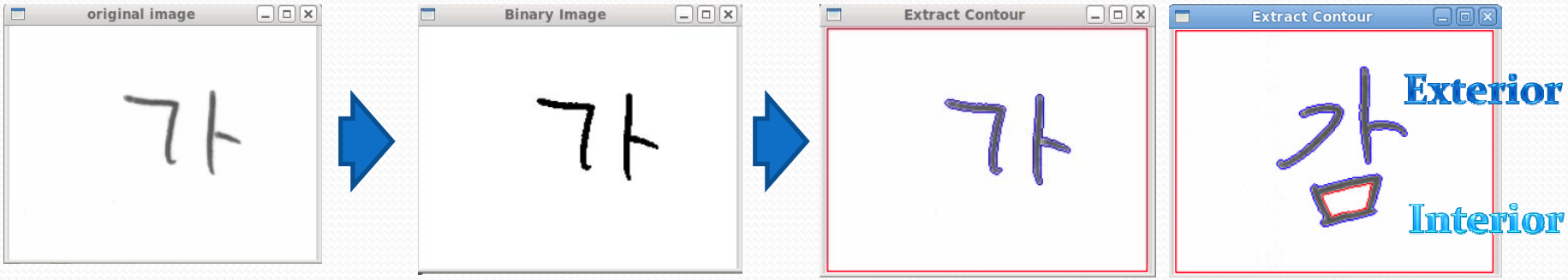
Segment Interpolation

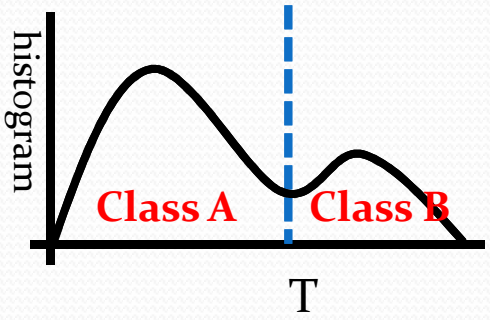
Merge Segment

Extract Contour

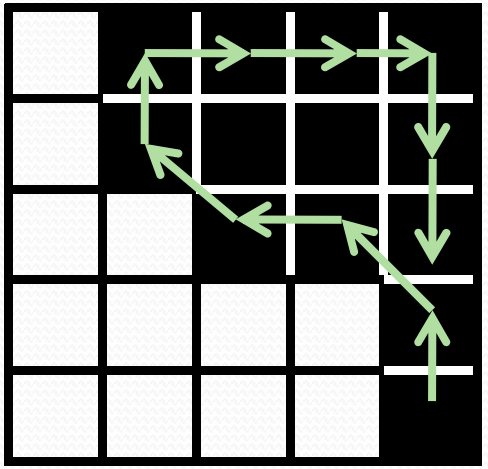
Cubic bezier Curve fitting

Find Pair





Otsu's binarization



Chaincode

Raw Image

Segment

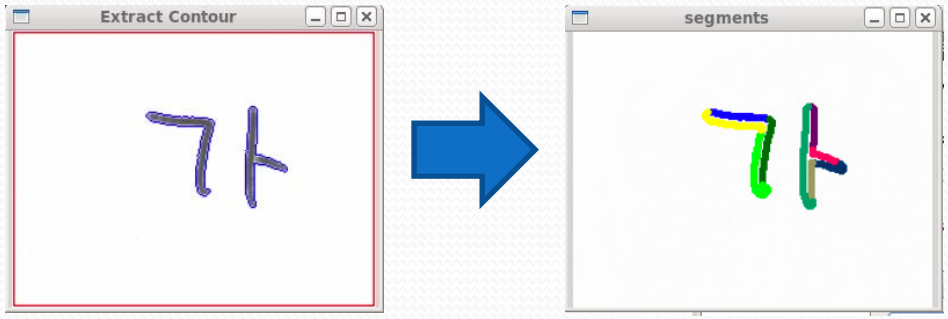
Extract Contour

Cubic bezier Curve fitting

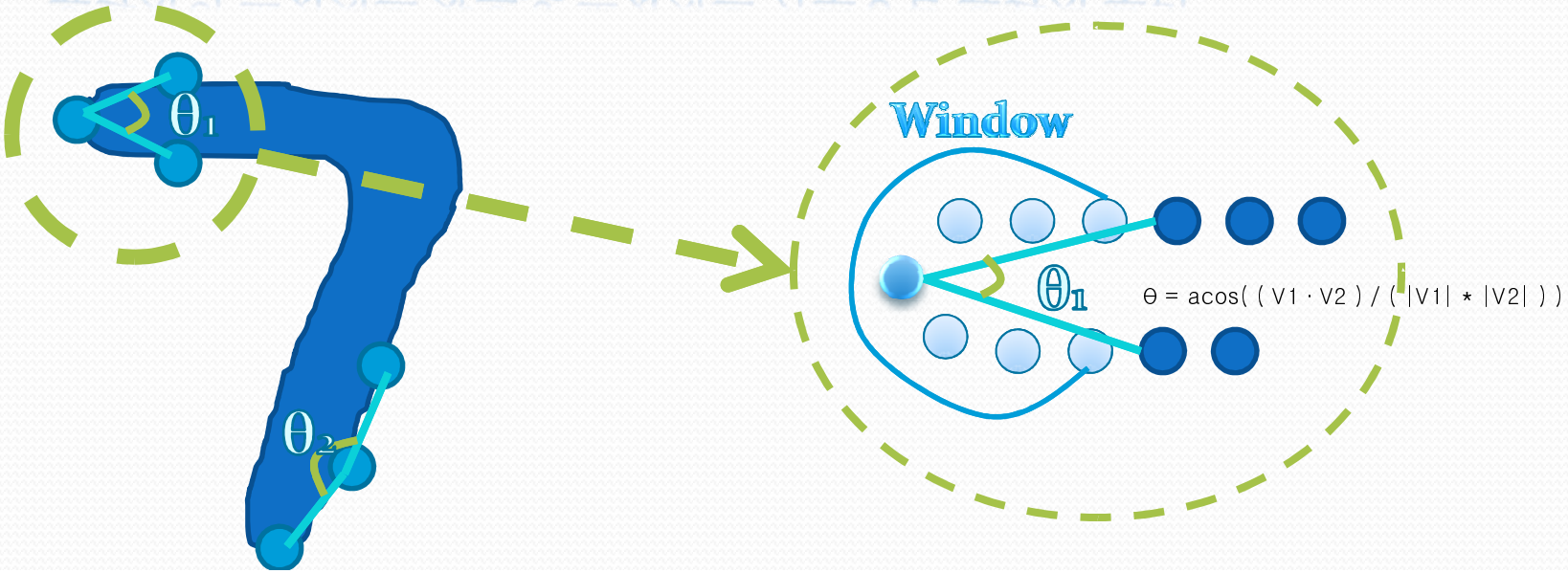
Find Pair

Segment Interpolation

Merge Segment



윤곽선의 꼭지점을 찾은후 꼭지점을 기준으로 윤곽선 분리!



Raw Image

Segment

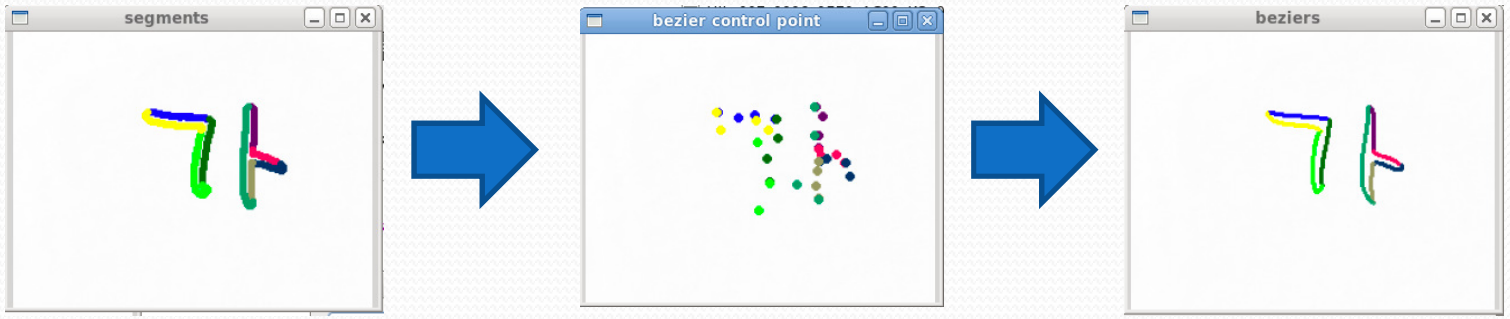
Segment Interpolation

Merge Segment

Extract Contour

Cubic bezier Curve fitting

Find Pair



베지어 곡선을 근사하여 노이즈 및 데이터량 감소!

CONTROL POINT

SMOOTH CURVE

Raw Image

Segment

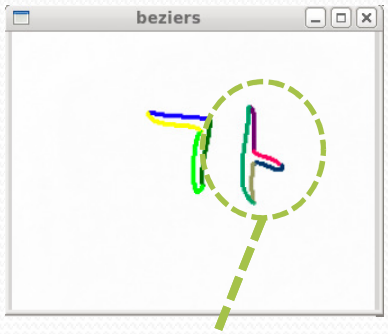
Segment Interpolation

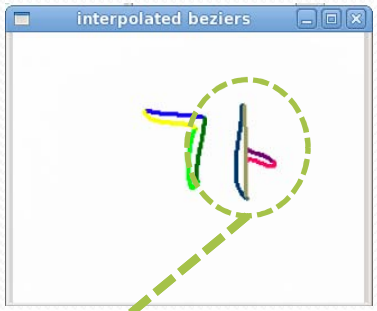
Merge Segment

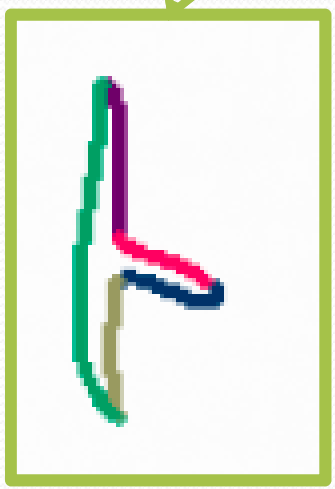
Extract Contour

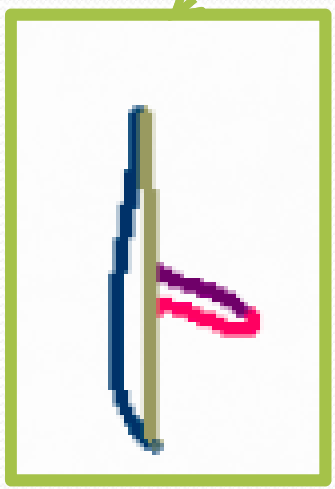
Cubic bezier Curve fitting

Find Pair

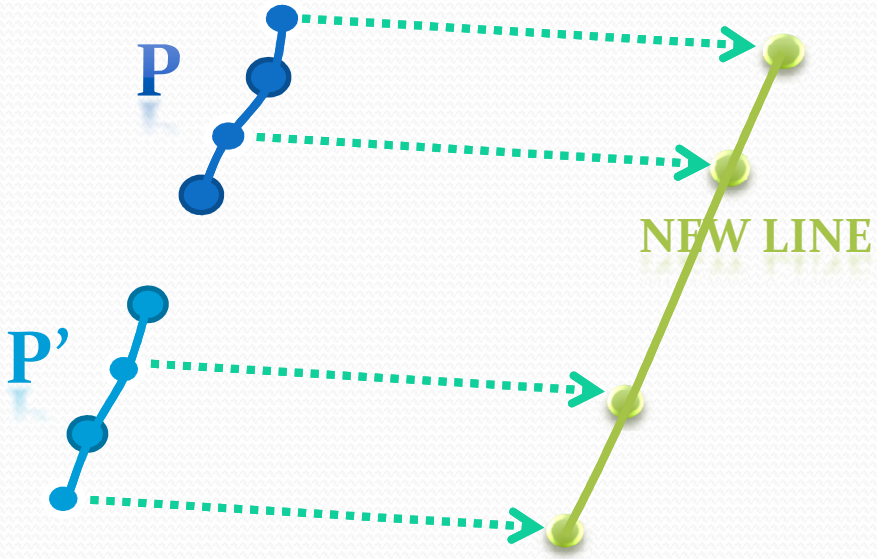








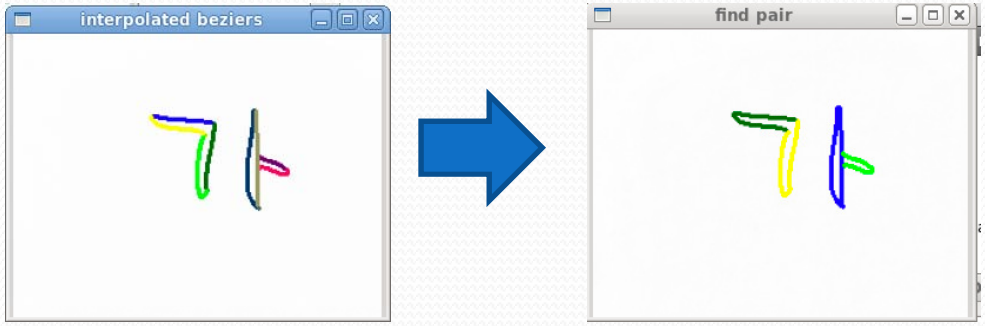
연산 효율을 높이기 위해 새로운 선은 새로 제어점을 추정하지 않고 기존에 추정된 제어점을 이용한다.

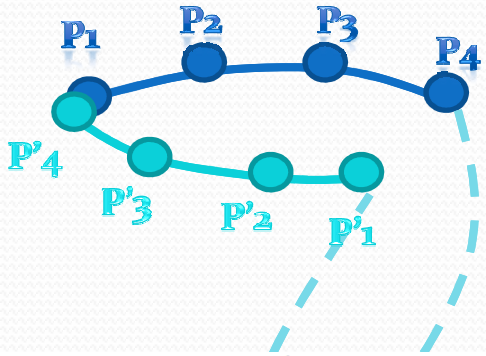


$$diff(\theta(p), \theta(p')) < Acceptance\ Error\ Range$$
$$diff(length(p) + length(p'), length(\neq w\ |\ )) < a$$

Raw Image → Segment → Segment Interpolation → Merge Segment → Find Pair

Extract Contour → Cubic bezier Curve fitting





Find Pair 우선순위

1. ***Interior Contour Segment***

   일 경우 pair은 오직 Extrior Contour Segment 만,

2. ***Extrior Contour Segment***

   일 경우 모든 Segment 중 가장 거리가 짧은 Segment를 pair로 선택

$$Dis(p,p') = MIN\left(\sum_{i=1}^{4} Ecludian(P_x i, P'_x i),\ \sum_{i=1}^{4} Ecludian(P_x i, P'_{(4-x)} i)\right)$$

$$MIN(dis(p,p')) \text{ is } PAIR\,SEGMENT.$$

Raw Image

Segment

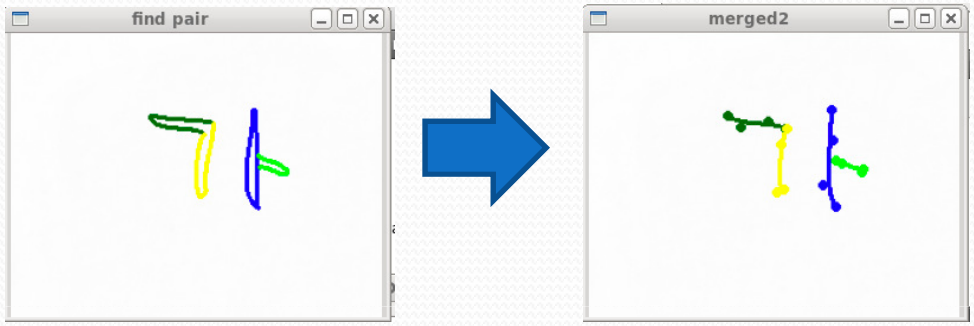
Extract Contour

Cubic bezier Curve fitting

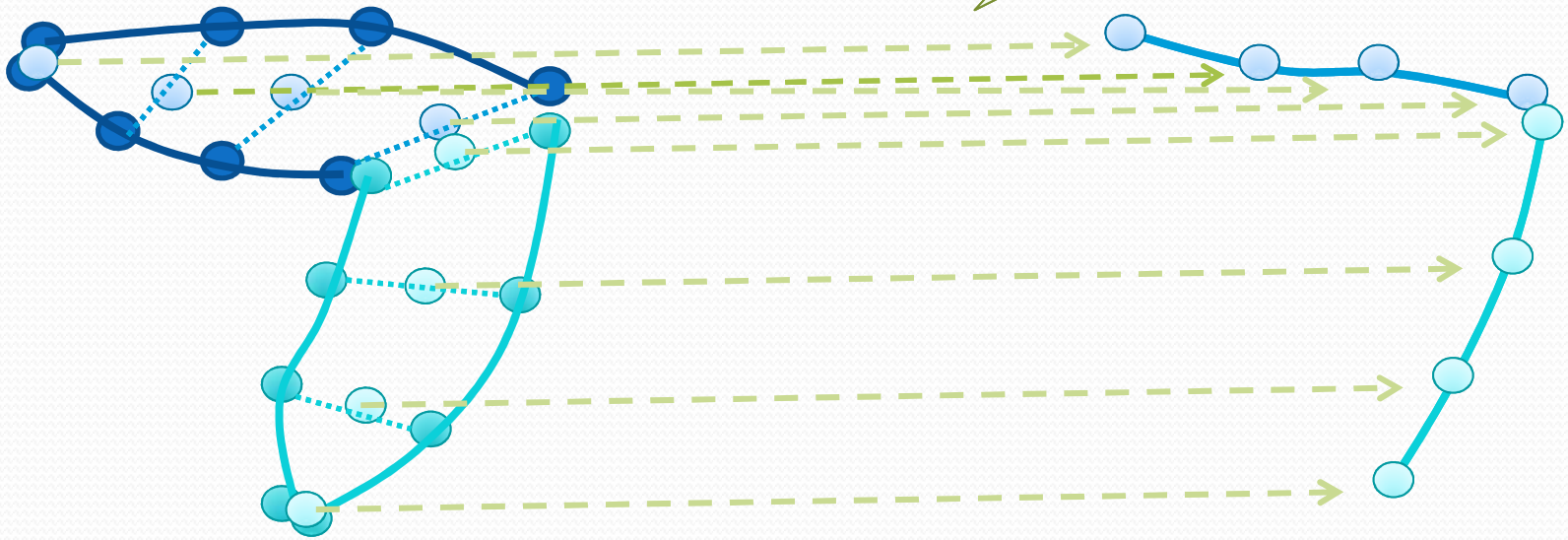
Segment Interpolation

Find Pair

Merge Segment



Pair Segment의 제어점간에 중앙지점을 새로운 선에 제어점으로 생성하여 연산 효율성을 높인다.



결과 화면


original image
original image
original image
merged2
merged2
merged2

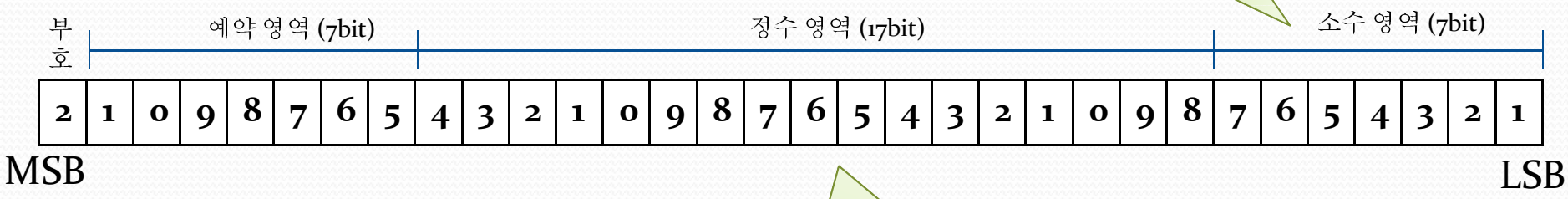
정수화 연산

- 개발 이유
  - 임베디드 시스템에서 실수형 연산은 속도저하의 주된 원인중 하나이다.
  - 문자 인식을 위해 사용되는 실수 값은 높은 정밀도를 필요하지 않다.

정수화 연산

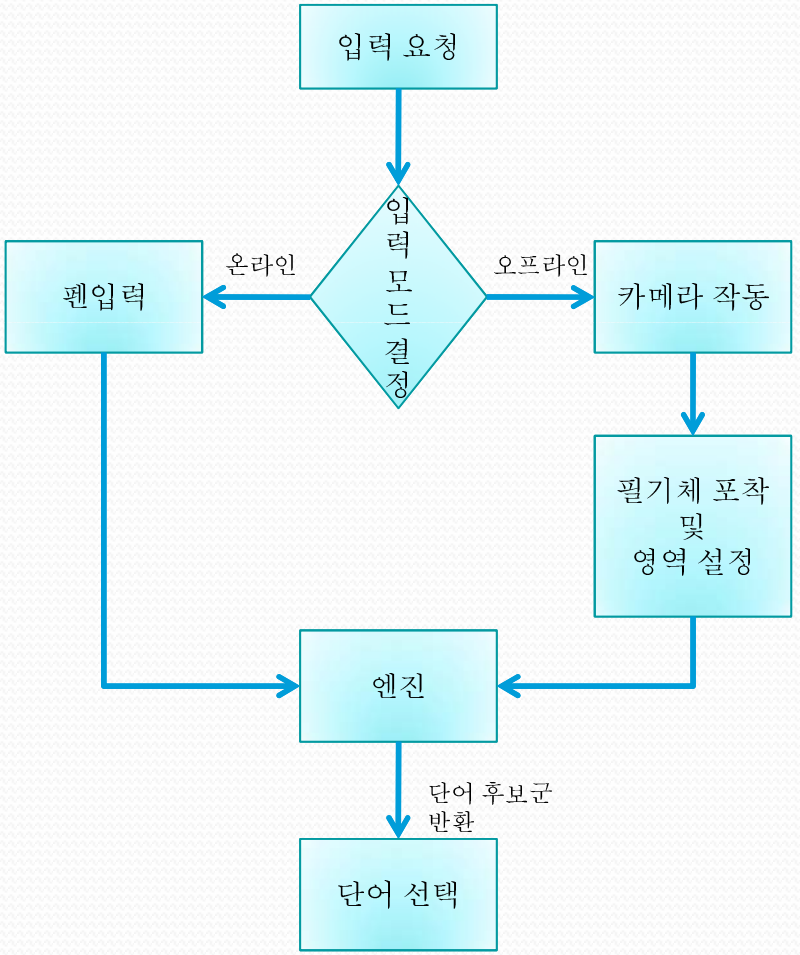
- 데이터형 구조(32 bit)

- 비트 수
  - 7bit
- 정밀도
  - 약 0.01



- 비트 수
  - 17bit
- 표현 범위
  - -65536 ~ 65535

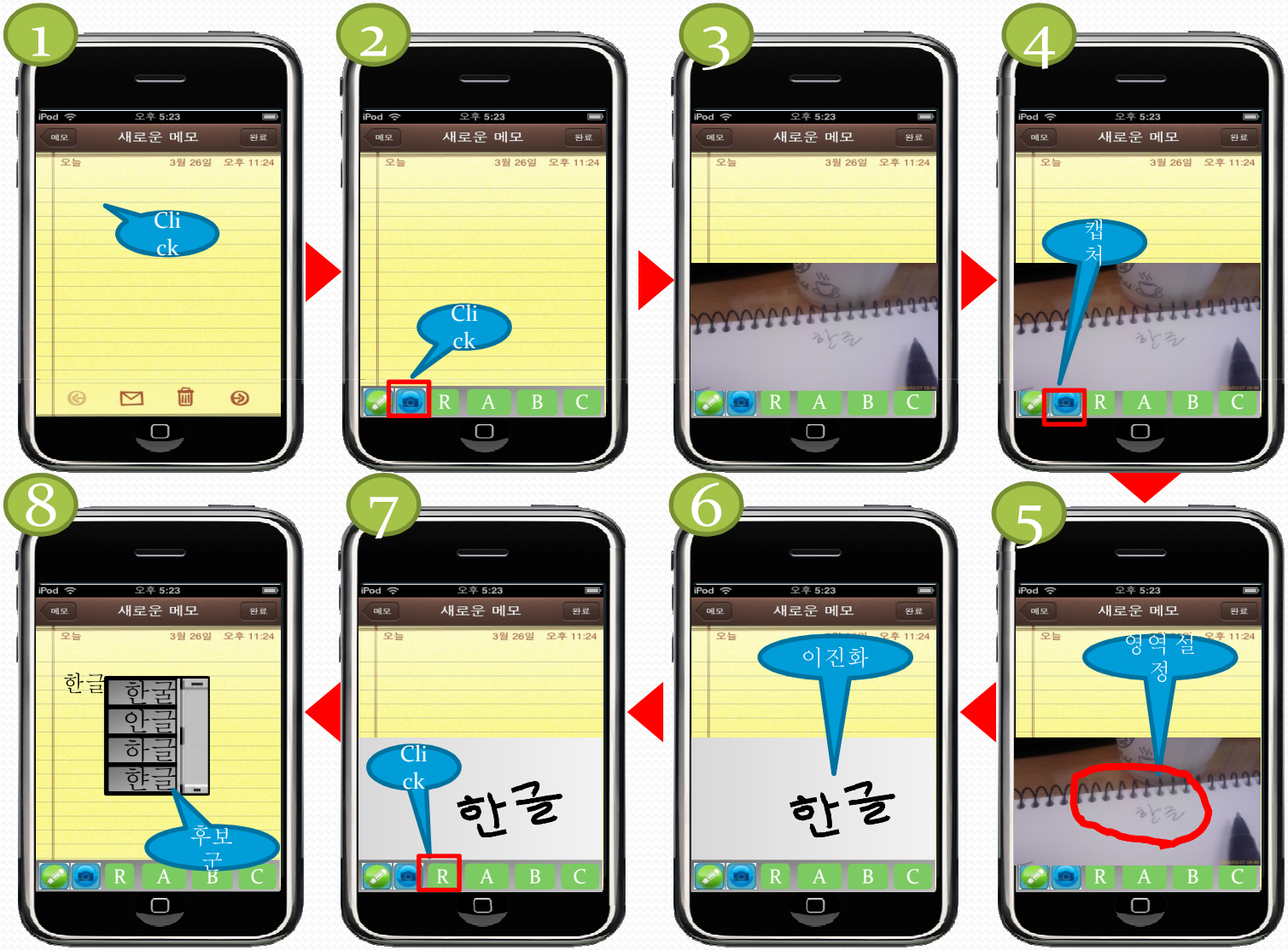
통합 인식기 사용자 인터페이스



온라인 입력


1
2
3
4
5
iPod 오후 5:23
메모
새로운 메모
완료
오늘
3월 26일 오후 11:24
Clic
k
Cli
ck
한글
R A B C
한글
안글
하글
햔글
후보
군

오프라인 입력


1
2
3
4
5
6
7
8
iPod 오후 5:23
메모
새로운 메모
완료
오늘 3월 26일 오후 11:24
Cli ck
R A B C
캡 처
영역 설 정
이진화
한글
한글
안글
하글
한글
후보 군

오프라인 데이터 수집 현황

세트번호	부수	문자수	출처
Set1	132	310,200	중앙대학교 휴먼인터페이스 연구실
Set2	131	333,002	
Set3	106	269,452	
Set4	106	269,452	
Set5	126	320,292	
Set6	100	254,200	
Set7	108	274,536	
Set8(2010)	135	343,170	
총계	944	2,374,304	

진행 계획

- 오프라인 한글 데이터의 지속적인 수집 계속 진행 (진행중 944 / 1500)
- 온라인 한글 데이터의 지속적인 수집 계속 진행 (500세트 목표 진행중)
- 온/오프라인 표준 특징점 추출 방법 및 연산량 감소 방법을 이용하여 온/오프라인 통합 필기체 인식 엔진 개발
- 정수화 연산 및 함수 근사법에 의한 연산량 감소 방법 연구 완료
- 베지어곡선 근사법에 의한 온/오프라인에 모두 적용 가능한 다중 해상도를 가지는 표준 특징점 추출 방법 개발

Q / A

The End