임베디드 시스템을 위한 터치스크린 패널의 터치 영역 인식 기법의 성능 비교

오삼권*, 박근덕*, 김병국*
*호서대학교 컴퓨터공학과
e-mail:ohsk@hoseo.edu

Performance Comparison of the Recognition Methods of a Touched Area on a Touch-Screen Panel for Embedded Systems

Sam-Kweon Oh*, Geun-Duk Park*, Byoung-Kuk Kim*
*Dept of Computer Engineering, Hoseo University

요 약

터치스크린 기능이 있는 LCD 패널이 부착된 임베디드 시스템의 경우, 사용자 입력 명령의 전달을 위해 사각형, 오각형, 원, 화살표 같은 다양한 도형들이 자주 사용된다. 이 경우, 특정 명령 입력 여부의 판단을 위해 터치된 지점이 그 명령을 의미하는 도형 내에 있는지의 여부를 판단하는 알고리즘이 필요하다. 그러나 이런 알고리즘들은 제한된 컴퓨팅 자원을 갖는 임베디드 시스템의 경우 상당한 오버헤드를 유발 할 수 있다.

본 논문은 도형 영역의 터치 여부의 판단을 위해 사용 되고 있는 사각형의 범위 검사법, 다각형의 교차 수(crossing number) 검사법, 원의 거리 측정법, 그리고 이런 모든 도형들에 적용 가능한 색상 비교법을 구현하고, 성능 평가를 위해 각 방법에 따라 사각형, 오각형, 원, 그림 같은 도형들의 영역 터치 여부를 판단하는데 걸리는 시간을 측정한다. 이 측정 결과, 사각형은 범위 검사법이, 원은 거리 측정법이, 다각형 및 그림을 이용한 도형일 경우에는 색상 비교법이 가장 적합한 것으로 나타났다.

1. 서론

터치스크린 기능이 있는 LCD 패널이 부착된 임베디드 시스템의 경우, 사용자 입력 명령의 전달을 위해 사각형, 오각형, 원, 화살표 같은 다양한 도형들이 자주 사용된다. 이 경우, 특정 명령에 대한 입력 여부의 판단을 위해 터치된 지점이 그 명령을 의미하는 도형 내에 존재하는지의 여부를 판단하는 알고리즘이 필요하다. 그러나 이런 알고리즘들은 제한된 컴퓨팅 자원을 갖는 임베디드 시스템의 경우 상당한 오버헤드를 유발 할 수 있다.

본 논문은 터치 영역 인식 기법으로 현재 널리 쓰이고 있는 사각형의 범위 검사법과 다각형의 교차 수 검사법 [1][2], 원의 거리 측정법, 그리고 모든 도형에 적용 가능한 색상 비교법을 구현하고, 성능 비교 후, 그 결과를 근거로 각 상황에 적합한 판단 방법을 제시한다. 도형의 종류에 따라 각 기법들의 판단 소요시간을 측정한 결과, 사각형은 범위 검사법이, 원은 거리 측정법이, 다각형과 그림은 색상 비교법이 적합한 것으로 나타났다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장은 기존의 터치 영역 인식 기법에 대해 설명한다. 3장은 터치 영역 인식기법의 구현을 설명 한다. 4장에서는 성능평가를 하며, 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

2. 관련연구

일반적으로 사용되는 사각형 영역의 경우, 임의의 점이 사각형 영역의 최소 및 최대 X, Y 좌표의 범위 내에 존재하는지를 검사하는 범위 검사법이 사용된다. 범위 검사법은 구현이 단순한 반면, 사각형 이외의 도형에는 적합하지 않다는 단점이 있다.

오각형 이상의 다각형 영역의 경우에는 임의의 점의 오른쪽으로 무한한 길이의 가상 선분을 긋고, 이 가상 선분과 도형의 변의 교차 횟수가 홀수 번일 경우 도형의 내부에, 짝수 번일 경우 외부에 존재하는 것으로 판단하는 교차 수 검사법이 사용된다. 교차 수 검사법은 검사할 변의 수가 증가할수록 오버헤드가 커지는 단점이 있다.

원형의 영역인 경우, 피타고라스 정의를 이용하여 임의의 점과 원 사이의 거리를 구하고 이 거리가 원의 반지름 보다 작거나 같다면 원의 내부에, 크다면 외부에 존재하는 것으로 판단하는 거리 측정법을 사용한다. 이 방법 원 이외의 도형에는 적합하지 않다는 단점이 있다.

범위 검사법과 거리 측정법, 특히 교차 수 검사법은 도형 영역에 임의의 점의 존재여부를 판단하기 위해 많은 연산이 필요하며, 다각형, 원 등 도형마다 다른 방법들을 적용해야 한다. 이와 달리, 색상 비교법은 모든 도형에 적용 가능한 효율적이고 단순한 방법으로서, 하트, 화살표 등의 다양한 그림에도 적용할 수 있다. 색상 비교 방법은 도형 내부의 색과 외부의 색을 다르게 한 후, 터치된 픽셀

의 색이 도형 내부의 색인지 외부의 색인지를 비교함으로써 판단한다. 또한 컬러 LCD뿐 아니라 기본 흑백 LCD와 그레이 코드(gray code)를 적용할 수 있는 흑백 LCD에서도 적용 가능하다. 하지만 도형의 색이 한 가지 이상의 색인 경우에는 적용하기 힘들다는 단점이 있다.

3. 터치 영역 인식 기법 구현

정사각형 혹은 직사각형일 경우, 터치된 픽셀의 X, Y 좌표가 사각형의 최소 X, Y 좌표와 최대 X, Y 좌표 범위 내에 존재하는지 검사함으로써 간단히 판단 할 수 있다.

다음은 교차 수 검사법의 의사 코드이다. 인자로 다각형의 꼭지점들의 좌표와 꼭지점 수, 터치된 픽셀 좌표를 입력 받는다. 우선 터치된 픽셀의 오른쪽으로 가상의 선을 생성하고, 다각형의 변을 이루는 모든 직선과 가상의 선의 교차 여부를 검사한다. 교차된 변의 수가 짝수면 터치된 픽셀은 도형의 내부에, 홀수면 외부에 존재한다.

```
Crossing_Num(꼭지점들의좌표, 꼭지점수, 터치된좌표)
begin
  가상선=가상선생성(터치된 좌표)
  while(교차여부검사횟수<=꼭지점수)
  begin
    다각형의변=다각형의변구하기(이웃한 두 꼭지점 좌표)
    교차여부검사(다각형변, 가상선)
  end
  if 교차된변의수==짝수 then 도형의 외부에 존재
  else 도형의 내부에 존재
end
```

다음은 원의 거리 측정법의 의사 코드를 보여준다. 인자로 원의 중심점 좌표와 반지름 그리고 터치된 픽셀 좌표를 입력 받는다. 피타고라스 정의에 의해 터치된 픽셀과 원점의 거리를 구하며, 이 두 픽셀의 거리가 반지름 보다 작거나 같은 경우에는 터치된 픽셀이 원의 내부에, 큰 경우에는 외부에 존재한다.

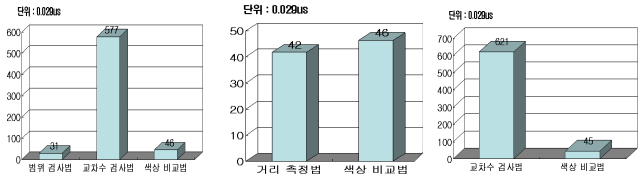
```
RangeChecking(중심점좌표, 반지름, 터치된좌표)
begin
  거리=거리구하기(중심점, 터치된좌표)
  if 거리=<반지름 then 도형의 내부에 존재
  else 도형의 외부에 존재
end
```

다음은 색상 비교법의 의사코드를 보여준다. 인자로 도형 내부의 색과 터치된 픽셀의 좌표를 입력 받는다. 색상 비교법은 현재 LCD의 화면 정보가 저장된 프레임버퍼에서 터치된 픽셀의 색상 값을 읽어와 도형 내부의 색과 비교하여, 도형 내부의 색과 같으면 내부에, 다르면 외부에 존재하는 것으로 판단한다.

```
ColorComparison(도형내부색, 터치된좌표)
begin
  터치된지점의색=픽셀색구하기(터치된좌표)
  if 터치된지점의색==도형내부의색  then 도형의 내부에 존재
  else 도형의 외부에 존재
end
```

4. 성능평가

성능 평가는 터치스크린 모듈인 LP35가 부착된 LN2440SBC 임베디드 보드에서 측정한다. 코어는 최고속도인 405Mh로 설정하고, 측정은 PWM(pulse width modulation) 타이머를 이용하며, 세밀한 측정을 위해 타이머 클럭을 35Mh로 설정하여, 1틱 당 0.029us의 시간이 소요 되도록 하였다. 터치스크린을 이용하여 임의의 위치를 터치한 후, 터치된 픽셀 좌표를 획득한 시점부터 터치된 픽셀이 도형의 영역에 존재하는지를 판단하는데 소요되는 시간을 측정했다. 그 결과 알고리즘별 판단 소요시간은 그림 1과 같다. a는 사각형, b는 원, c는 오각형의 판단 소요시간을 보여준다. 즉, 사각형의 판단 소요시간은 범위 검사법이, 원형은 거리 측정법이. 다각형은 색상 비교법의 속도가 가장 빠르게 나타났다. 교차 수 검사법은 색상 비교법과 달리 교차 여부를 검사해야하는 다각형의 변의 수가 증가함에 따라 판단 소요시간이 증가 했다. 따라서 사각형은 범위 검사법이, 원형은 거리 측정법이, 다각형 및 화살표와 같은 그림은 색상 비교법이 적합하다.



a. 사각형 b. 원 c. 다각형(오각형)

(그림 1) 알고리즘별 소요시간

5. 결론

본 논문은 제한된 컴퓨팅 환경을 가지는 임베디드 시스템에서 사용자 명령 입력을 위해 도형들을 사용할 경우, 명령 입력 판단 방법에 따라 성능에 영향을 끼칠 수 있으므로, 각 상황에 적합한 판단 방법을 제시하기 위해 도형으로 표현된 특정 영역의 터치 여부의 판단 방법으로 사용되고 있는 사각형의 범위 검사법, 다각형의 교차 수 검사법, 원의 거리 측정법, 그리고 이런 모든 도형들에 적용 가능한 색상 비교법을 구현하고, 각 방식에 따라 도형들의 영역 터치 여부를 판단하는데 소요되는 시간의 측정 결과, 사각형은 범위 검사법이, 원은 거리 측정법이, 다각형 및 그림을 이용한 도형일 경우에는 색상 비교법이 가장 적합한 것으로 나타났다.

참고문헌

[1] ROBERT SEDGEWICK, "Algorithms in C++", Addison Wesley, 1992.

[2] 이준호, 박영진, 박윤식, "보 보강재 배치 최적화 문제에서의 기하구속조건 처리기법 ", 한국소음진동공학회 춘계학술발표대회 논문집, 단일호, pp. 870-875, 2004.