

영역분할을 이용한 음원인식 칩설계

황한철 · 한지형 · 정학기 · 정동수 · 이종인 · 권오신
군산대학교 전자정보공학부

Hanchul Hwang · Jihyung Han · Hakkee Jung · Dongsoo Jeong · Jongin Lee · Ohshin
Kwon
School of Electronic and Information Eng., Kunsan National University
E-mail : hkjung@kunsan.ac.kr

요 약

오늘날 IT기술과 지능형 로봇기술이 발달하면서 음원인식에 대한 필요성이 점차 부각되고 있다. 본 연구에서는 보다 정확하고 빠른 음원인식방법을 칩안에 구현하기 위해 기존의 코사인 역함수를 취하는 식의 음원인식 방법보다 정확하고 계산량이 적은 선형구간을 이용한 음원인식 방법을 통해 알고리즘을 간소화 하여 칩에 구현할 수 있도록 Modelsim 툴을 사용하여 시뮬레이션을 하고 Astro 툴을 통해 칩제작에 필요한 설계 및 검증하고자 한다.

I. 서 론

유비쿼터스 환경과 IT기술은 우리 주변 환경을 빠른 속도로 변화 시키고 있다. 그 한가지로 음원의 위치를 추정하고 추정된 위치에 따른 여러 행동을 로봇이나 무인 카메라 등으로 추적하고 인식 할 수 있게 됨으로써 지능형 로봇 발달과 보안시스템의 개혁이 이루어지고 있으며 여러 활용 방안이 실현되어지고 있다. 마이크간의 위치차이에 의한 음성 지연시간을 이용한 음원 위치 추정 방법 중 각도분할을 이용하여 선형구간만을 이용하는 음원인식 방법을 칩안에 구현하여 효율성을 높이고 보다 빠르게 음원 위치를 찾을 수가 있다. 칩 설계를 위해 모델심 (Modelsim) 툴과 합성과정에서는 Behavior Synthesis Tool을 이용하였으며 Astro 툴을 이용하여 레이아웃을 하였다. II장에서는 영역분할을 이용한 음원인식방법을 III장에서는 음원 위치 추적시스템의 설계 IV장에서는 시뮬레이션 결과 V장에서는 결론을 맺는다.

II. 영역분할을 이용한 음원인식방법

기존의 마이크로폰 사이의 도달지연시간 (TDOA)이나 빔포밍을 이용한 음원 위치 추정 방법은 다수의 마이크로폰의 거리를 이용하여 많은 시스템에서 사용된다. front-back현상을

방지하기 위해 최소 3개 이상의 마이크를 사용하고 각각 쌍에서 상관관계 값을 계산하여 계산된 최대값의 위치를 각도로 매핑 한 후 더하여 가장 큰 값의 위치를 음원위치로 매핑 한다. 본 연구에서는 기존의 코사인 역함수에서 그림 1 a의 선형구간만을 이용하여 음원의 위치를 추정할 수 있는 영역분할방식을 사용한다. 여러 환경에 따라 지연거리의 연산과정에 오차가 발생할 수가 있다. 이때 지연거리 오차가 포함된 데이터의 상관관계 연산값을 코사인 역함수를 이용하여 각도로 매핑할 때 선형적인 구간 그림 1의 a 영역에서 각도 오차가 적다.

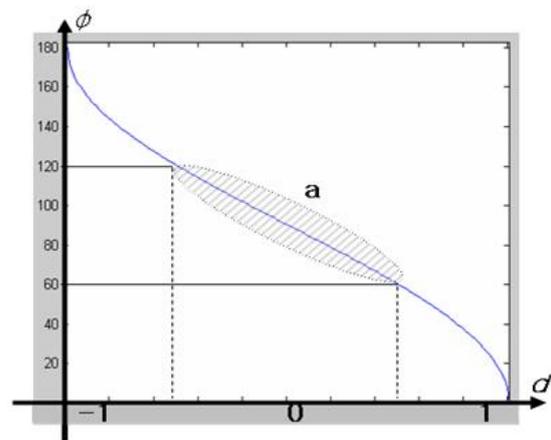


그림 1. 코사인 역함수 그래프

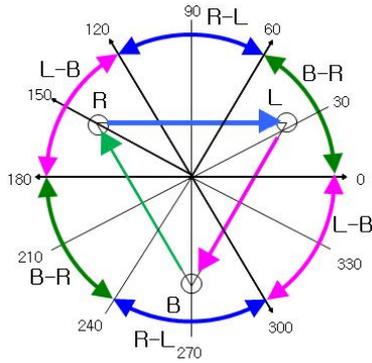


그림 2. 음원 추정 분할 영역

본 연구의 마이크로폰 3개를 사용하는 음원 인식 시스템에서 3개 마이크로폰 쌍에서 연산결과를 출력

하게 되는데 이때 지연거리 오차가 발생한 경우 보다 정확한 음원 인식이 가능한 마이크로폰 쌍이 존재하게 된다. 그림 2처럼 음원 위치에 따라 마이크로폰 쌍에서 연산된 정확한 결과를 선택하기 위해서는 음원이 발생한 위치가 어느 구간에 있는지 찾아야 한다. 표 1은 음원이 발생한 위치 구간 상관관계의 최대값이 발생한 위치를 비교하여 쉽게 구분할 수 있게 나타낸 것이다 [1].

표 1. 음원 위치에 따라 정확한 음원 위치를 인식할 수 있는 마이크로폰 쌍

음원 위치(각도)	정확한 음원위치 쌍
60~120 또는 240~300	R-L
120~180 또는 300~360	L-B
180~240 또는 0~60	B-R

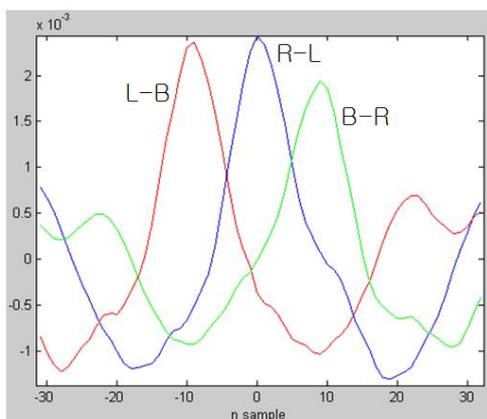


그림 3. 90°에서 음원이 입력 될 때 세 쌍의 마이크로 폰 사이의 상관관계 출력 비교

표 2. 마이크로폰 영역 선택

상관관계 최대값 위치	영역	앞,뒤
$n(LB_{max}) \leq n(RL_{max}) \leq n(BR_{max})$	R-L	앞
$n(BR_{max}) \leq n(LB_{max}) \leq n(RL_{max})$	L-B	앞
$n(LB_{max}) \leq n(BR_{max}) \leq n(RL_{max})$	B-R	앞
$n(BR_{max}) \leq n(RL_{max}) \leq n(LB_{max})$	R-L	뒤
$n(RL_{max}) \leq n(LB_{max}) \leq n(BR_{max})$	L-B	뒤
$n(RL_{max}) \leq n(BR_{max}) \leq n(LB_{max})$	B-R	뒤

그림 3은 90°에서 입력 신호가 들어왔을 때 세 쌍의 마이크로폰 사이의 상관관계 출력을 Matlab을 사용하여 비교하였으며 표2의 RL, LB, BR의 상관관계 최대값 위치를 알 수 있다. 그림 1의 선형구간의 선형 직선식을 이용하므로 기존의 코사인 역함수 및 보간함수를 사용하지 않는다 [2].

III. 음원 위치 추정시스템의 설계

설계를 위한 그림 4의 블록도를 보면 기존의 코사인 역함수와 보간 함수 블록이 제거되어 좀 더 간단하게 설계를 할 수 있다. 최상위 모듈 안에 각각의 상관 관계 값과 최대값의 위치 찾는 함수, 각도 추정구간, 선형 근사화식 부분을 Modelsim틀을 이용하여 개별 모듈로 코딩하였다. 240° 음원이 입력 될 때 마이크로폰 3개의 위치 값 데이터를 추출하여 Modelsim 시뮬레이션을 통해 설계한 모듈이 제대로 동작하는지 확인하였다. 마이크로폰에 입력되는 음원 신호에는 노이즈가 포함되어 있다. 그림 5는 Threshold 모듈의 블록도이다. 노이즈를 제거하기위해 Threshold 모듈에서 샘플링을 하게 되고 오차를 줄이기 위해 Medium sort 모듈에서는 결과 값을 5번 연산 후 중간 값을 출력하였다. 노이즈가 줄어들게 되므로 보다 정확한 위치 결과 값을 얻을 수 있게 된다.

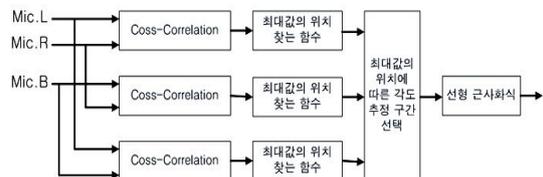


그림 4. 음원 위치 추적 시스템 블록도

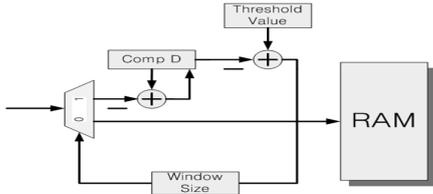


그림 5. Threshold 모듈 블록도

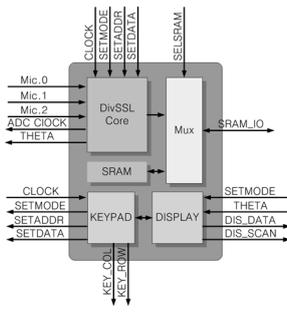


그림 6. MPW 블록도

```

Text Editor - test.tcl
File Edit Format Options Help
##### Load File #####
# Read verilog files
read_verilog Top_DivSSL.v
# set current_design (top-level)
current_design Top_DivSSL
# link current design
link
#report_ltb m35m330s.typ
# unquify multiply instantiated designs
#unquify
# User-defined Operating Condition
#set_operating_conditions MCCOM
set_operating_conditions MCCOM
##### Assignment #####
    
```

그림 7. 합성하기 위한 설정

```

Text Editor - test.log
File Edit Format Options Help
Number of ports: 97
Number of nets: 763
Number of cells: 268
Number of references: 22
Combinational area: 24041.188561
Noncombinational area: 73900.000495
Net Interconnect area: 239.303880
Total cell area: 97941.171875
Total area: 98180.475357
report_power
Loading db file /data01/User/CSECI2b/1lee/J/Magnachip/FE/Synopsys-DB/m35m330s...
Information: Propagating switching activity (low effort zero delay simulation).
Warning: Design has unannotated primary inputs. (PWR-414)
Warning: Design has unannotated sequential cell outputs. (PWR-415)
.....
Report : power
-analysis_effort low
Design : Top_All_second
Version : z-2007.03-SP2
Date : Tue Mar 24 08:59:03 2009
    
```

그림 8. 합성 결과

```

Text Editor - SSL.drc
File Edit Format Options Help
DRC Error Summary
Error Type Num Description
Poly Width 0 poly minimum width = 0.35
Poly Spacing 0 poly minimum spacing = 0.45
Poly Overlap 0 poly & blockage overlap
Poly Match 0 poly match (0.45)
Cont Width 0 polyCont minimum width = 0.4
Cont Spacing 0 polyCont minimum spacing = 0.4
Met1 Width 0 metal1 minimum width = 0.5
Met1 Overlap 0 metal1 & blockage overlap
Met1 Match 0 metal1 match (0.45)
Met1 MinEncArea 0 metal1 minimum enclosed area = (900)
Met1 Width 0 metal1 minimum width = 0.4
Via1 Spacing 0 via1 minimum spacing = 0.33
Met2 Width 0 metal2 minimum width = 0.6
Met2 Spacing 0 metal2 minimum spacing = 0.5
Met2 Overlap 0 metal2 & blockage overlap
Met2 Match 0 metal2 match (0.5)
Met2 MinEncArea 0 metal2 minimum enclosed area = (900)
Via2 Width 0 via2 minimum width = 0.4
Via2 Spacing 0 via2 minimum spacing = 0.55
Met3 Width 0 metal3 minimum width = 0.6
Met3 Spacing 0 metal3 minimum spacing = 0.5
    
```

그림 9. Astro DRC 에러 결과

그림 6은 MPW를 하기위한 블록도이며 DivSSL Core와 내부 RAM, KEYPAD, DISPLAY, MUX가 모두 한 칩 안에 들어가 있는 것을 확인 할 수 있다. 설계한 모듈들을 합성을 위해 Behavior Synthesis Tool을 이용해 합성하였다. 그림 7은 Behavior Synthesis Tool에서 합성하기 위한 설정 들이며 magnachip 0.35공정 라이브러리를 사용하였고 clock period는 60으로 설정하였다. 그림 7에서 설정한 내용으로 합성을 하였다. 그림 8의 합성 결과에서 보는 것과 같이 gate.v 파일과 .sdf .sdc 파일이 생성되었으며 Slack이 음수가 아니며 Total Area가 98180으로 양호한 수준이다. 그림 9는 Astro 틀에서 최종 설계를 마치고 에러 테스트를 하고난 후의 에러 결과다. DRC 에러가 없음을 확인 할 수 있다.

IV. 시뮬레이션 결과

음원 위치 추정을 위한 음원인식 칩 설계에서 240도 음원일 때 그림 10의 Modelsim 시뮬레이션을 통한 결과에서 출력된 16진수를 Matlab 으로 변환 했을때 총 다섯 개의 결과 값 중에서 가운데 결과 값 242.006825°이 출력 되었으며 이는 기존의 음원인식 방법보다 오차율이 적고 빠른 처리 속도를 보여주었다. Modelsim 시뮬레이션 과정에서 코딩한 베릴로그 파일을 가지고 Behavior Synthesis Tool로 합성한 후 Astro 틀을 이용한 레이아웃 작업 후 나타난 그림 11의 Cell을 보면 칩 안에 많은 집적화가 이루어진 것을 알 수 있다. vdd, vss를 확인할 수 있으며 음원 인식 모듈뿐만이 아닌 칩 제작 후 테스트에 필요한 키패드와 디스플레이 모듈까지 집적화함으로써 효율적인 설계를 하였다.

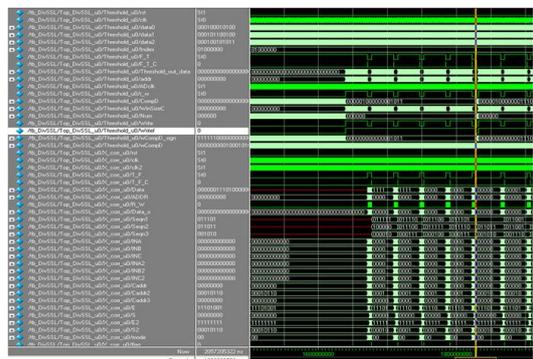


그림 10. Modelsim 시뮬레이션 결과

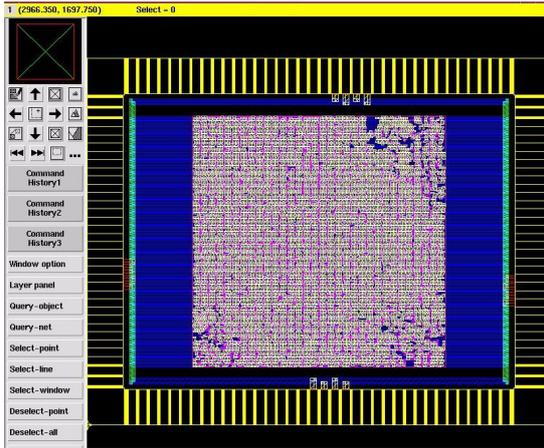


그림 11. Cell 화면

V. 결 론

본 연구에서는 기존의 방법보다 빠르고 정확한 음원인식 방법을 통한 칩 설계를 하였다. 코사인 역함수의 선형구간만을 이용한 음원인식 방법을 통해 Astro틀을 이용한 레이아웃까지 진행하였으며 Modelsim을 통한 시뮬레이션 결과에서 기존의 방법보다 오차율이 적어지는 것을 확인하였으며 최소 연산 시간이 2.8125ms로 처리 속도도 빠른 것으로 나타났다.

감 사 의 글

본 연구는 군산대학교 정보통신기술연구소의 부분적인 지원으로 수행되었음

참 고 문 헌

- [1] 김용은, 조수현, 정진균, "영역 분할을 이용한 효율적인 음원 위치 추정 시스템" 전자공학회논문지-SP pp.114-116, 2007
- [2] 권병호, 김경호, 박영진, "로봇 플랫폼에서 마이크로폰 위치를 고려한 음원의 방향 검지 방법" 한국소음진동공학회 2007년 추계학술대회 논문집 pp.1080- 1084, 2007