

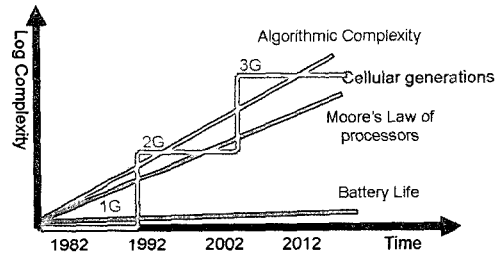
지능 로봇에서의 SoC 기술 응용

전재욱(성균관대학교 정보통신공학부), 최종찬(전자부품연구원), 변종은(쥬넥스트아이), 김종태(성균관대학교 정보통신공학부), 이건명(충북대학교 전기전자컴퓨터공학부), 이지형(성균관대학교 정보통신공학부)

1. 서론

최근 디지털 제품 중에서 경박단소하면서 기존 여러 제품의 기능을 융합한 것이 많이 요구되고 있다. 경박단소한 제품에 다양한 기능을 구현하려면 여러 개의 반도체 칩을 이용하여 구현한 기능을 단일 칩으로 구현할 필요가 있다. 이와 같이 여러 개의 반도체 칩을 단일 칩에 집적화하기 위하여 등장한 것이 SoC (System On a Chip) 기술이다. SoC는 단일 칩에 마이크로프로세서와 DSP (Digital Signal Processor), 로직, 메모리, 통신 기능 칩, 소프트웨어 등을 집적시켜서 단일 칩 상에서 하나의 시스템을 구성할 수 있도록 하는 것이다. SoC는 고성능, 저전력 등의 특성을 갖기 때문에 향후 여러 가지 디지털 제품에 본격적으로 적용될 것으로 예상된다. 현재 SoC는 주로 LSI를 기반으로 프로세서와 메모리 등을 통합하고 있지만 향후 MEMS 기술이나 고분자 관련 기술 등과 합쳐질 것으로 예상된다.

그림 1에 나타난 바와 같이 이동 통신 기술이 발전함에 따라 향후 요구되는 계산의 복잡도는 각 프로세서의 처리 능력을 넘어서고 있으며 이에 따라 필요한 연산을 수행하기 위해서는 여러



〈그림 1〉 알고리즘 복잡도와 프로세서 연산능력

개의 프로세서를 이용하여야 한다¹⁾. 그런데 이동 통신기기에서는 가격적인 문제와 제한된 크기 및 배터리 전력으로 인하여 여러 개의 프로세서를 사용하는 것은 거의 불가능하다. 따라서 필요한 연산을 효율적으로 수행할 수 있는 저전력의 전용 하드웨어 회로 설계가 필요하다. 일반적으로 전용 하드웨어 회로는 동일 목적의 프로세서 기반 소프트웨어를 사용한 시스템에 비해 유연성은 뒤지지만 전력 효율성은 앞선다. 따라서 이 전용 회로를 프로세서와 결합하여 단일 SoC로 구성하면 제한된 크기, 전력과 가격 문제를 해결할 수 있을 것이다.

미국의 세계미래학회 (World Future Society) 산하의 George Washington University Forecast에

서 21세기 첫 10년간 인류의 생활을 획기적으로 변화시킬 10대 기술 중 하나로 선정된 지능 로봇에서도 이동 통신 기기와 마찬가지로 제한된 크기와 배터리 전력을 이용하여 원하는 기능과 성능을 만족하여야 한다. 특히 향후 지능 로봇은 이전 로봇과 달리 여러 가지 지능적인 작업을 수행해야 하기 때문에 필요로 연산량이 더욱 많아지게 되기 때문에 이를 효율적으로 해결하기 위한 전용 하드웨어 회로를 개발할 필요가 있고, 이동해야 하기 때문에 크기가 제한적이며, 시장 확대를 위해서 고신뢰성과 저렴한 가격이 요구된다. 따라서 최근 디지털 제품이나 이동 통신 기기와 마찬가지로 지능 로봇에서도 SoC 기술을 응용하여 고성능 고신뢰성 저전력의 엮가형 로봇 제어기를 개발할 필요가 있다. 본고에서는 지능 로봇에 적용할 수 있는 SoC 기술에 관해 살펴보기로 한다. II절에서는 지능 로봇 제어기 구조에 관해 알아보고, III절에서는 SoC기술이 지능 로봇 제어기 각 부분에 어떻게 적용될 수 있는지 알아보려고 한다. IV절에서는 지능 로봇을 위해 개발된 SoC 기술이 지능 로봇을 위한 전용 프로세서 개발을 위해 앞으로 어떻게 사용될 수 있는지 알아보기로 한다. V절에서는 본고의 결론에 관해 논할 것이다.

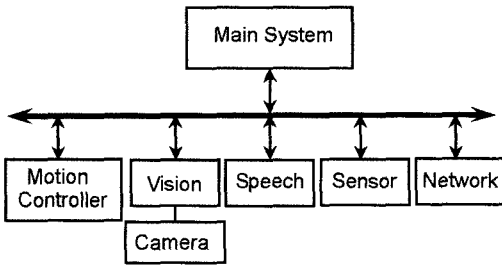
II. 지능 로봇 제어기 구조

지능 로봇 제어기는 그림 2와 같이 구성된다. 메인 시스템은 모션시스템, 비전시스템, 음성시스템, 센서시스템, 네트워크 시스템 등의 서브시스템과 정보를 교환하여 로봇 전체의 기능을 관리 조정한다. 효율적인 관리 조정을 위하여 지능 알고리즘을 이용하여 작업 계획, 위치 파악, 학습, 추론, 환경 인식 등의 기능을 수행한다. 또한

메인 시스템은 사용자가 로봇과 상호작용할 수 있는 기능을 제공한다. 사용자가 직접 프로그래밍 하거나, 키보드, 모니터 등의 입출력 장치를 이용하여 로봇과 상호작용할 수도 있고, 또는 자율 상호작용 소프트웨어에 의해서 메인 시스템이 비전시스템, 음성시스템, 센서시스템 정보를 바탕으로 사용자가 로봇과 편리하게 상호작용하도록 할 수도 있다. 메인 시스템은 로봇 제어기 전체의 진단 기능도 수행하여 문제가 발생할 때 스스로 문제를 해결하거나 에러 메시지를 사용자에게 통보하고, 사람과 로봇이 같은 공간에 있을 때 야기될 수 있는 안전사고를 사전 방지하는 기능도 수행한다.

모션시스템은 로봇 주행이나 물체 조작과 같이 실제 로봇 동작을 제어하는 역할을 수행한다. 따라서 모션시스템은 동작 제어를 위해서 1msec에서 8msec 정도의 짧은 샘플링 시간 동안 여러 가지 작업을 수행해야 하며, 메인 시스템과 샘플링 시간 동안 필요한 정보를 교환하기 위해 공유 메모리 방식을 사용한다. 또한 모션시스템은 모터의 현재 위치와 속도 정보를 포함하는 모터 상태 정보와 모터에 전류를 공급하여 구동시키는 서보제어기 상태 정보를 메인 시스템에 전달하여 메인 시스템이 로봇 동작을 관리 조정할 수 있도록 한다. 메인 시스템에서 모션시스템으로 전달되는 정보는 로봇 동작을 위한 위치 명령과 제어 알고리즘 관련 파라미터, 전원 차단 시 안전을 위한 모터 정지 명령 등이다.

비전시스템은 카메라에 들어오는 영상을 이용하여 원하는 정보를 추출하는 기능을 수행한다. 메인 시스템에서 작업 계획, 위치 파악, 학습, 추론, 환경 인식 등의 지능적인 작업을 수행하기 위해 필요로 하는 정보 대부분은 비전시스템에서 제공하게 된다. 비전시스템의 샘플링 시간은



〈그림 2〉 지능 로봇 제어기 구조

모션시스템에 비해 길지만 메인 시스템이 필요로 하는 정보를 실시간으로 제공하려면 2차원의 입력 영상을 대상으로 매우 복잡한 연산을 제한된 시간 내에 수행해야 하며 부가적으로 조명 변화 등 외부 여건 변화에 관계없이 입력 영상에서 원하는 정보를 추출하여야 하기 때문에 비전시스템은 다른 서브 시스템에 비해 월등히 앞서서 계산 능력을 필요로 한다. 한 예로 현재 반도체 장비에 사용되는 고속 정밀 머신 비전 시스템은 필요한 계산을 제한된 시간 내에 수행하기 위하여 고성능의 DSP를 병렬로 사용하고 있다.

음성시스템은 주로 사용자와 로봇과의 편리한 상호작용을 위해 사용자 음성을 이용하여 로봇이 사용자 의도를 파악하도록 하는 기능을 수행한다. 비전시스템에 비해서 처리해야 할 정보량은 많지 않지만 지능 로봇의 일반 환경에서 사용자 의도를 파악하려면 아직 추가적으로 여러 가지 기술을 더 개발해야 할 필요가 있다. 음성시스템은 음성에 의한 사용자 의도 파악 기능 이외에도 사용자의 건강 상태 점검 등의 기능을 수행할 수 있다.

센서시스템은 초음파나 레이저와 같은 센서를 이용하여 원거리 정보를 얻어내거나 근접 센서 및 접촉 센서를 이용하여 근거리 정보를 얻어낼

수 있다. 또한 촉각센서나 후각센서를 이용하여 이와 관련된 정보를 추출할 수도 있다. 네트워크 시스템은 로봇이 외부 기기와 정보를 교환할 수 있도록 다양한 통신기능을 제공한다.

III. SoC 기술 응용

1. 메인 시스템내 SoC 기술 응용

앞에서 설명한 바와 같이 메인 시스템은 서브 시스템과 정보 교환, 로봇 전체 기능 관리 조정, 지능적인 작업, 상호작용, 진단, 안전 기능 등을 수행한다. 이를 위하여 현재 대부분의 지능 로봇에서는 인텔사의 펜티엄(Pentium) 프로세서로 구성된 PC를 사용하여 메인 시스템을 개발하고 있다. 이것은 대부분의 지능 로봇이 아직 실제 상용화보다는 기술 과시를 위해 개발되기 때문에 기술 개발 시 편리성을 가장 우선시 하기 때문이다. 즉 개발 환경 편리성, 관련 하드웨어 및 소프트웨어 구입 편리성 때문이다. 그런데 현재 개발되고 있는 지능 로봇에서는 한 개의 펜티엄을 이용해서 메인 시스템의 모든 기능을 수행할 수 없기 때문에 현재 여러 개의 펜티엄을 사용하여 각 펜티엄이 메인 시스템의 일부 기능을 수행하도록 개발하고 있는 실정이다. 그런데 향후 지능 로봇을 상용화하려면 저전력, 고성능, 고신뢰성을 만족하면서 가격적인 요소도 만족해야 한다. 이를 위해서 여러 개의 펜티엄을 사용하여 메인 시스템을 구성하기 보다는 지능 작업을 위한 SoC나 상호작용을 위한 SoC 등을 개발하여 한 개의 펜티엄에 이러한 SoC를 이용하여 메인 시스템을 구성해야 할 것이다.

그림 3은 메인 시스템의 상황이해를 위해 통신부 (communication unit), 처리부(processing

unit), 규칙 기반 시스템부(rule-based system unit)와 블랙보드(blackboard)로 구성된 SoC 구조를 나타낸다^[2]. 통신부는 입력 큐(input queue)에서 메시지를 하나씩 가져와서 사건 지향적으로(event-driven) 동작한다. 이 구조에서는 센서 메시지(sensor message), 질의 메시지(query message), 작업 메시지(task message), 내부 모듈 호출 메시지(internal module call message)를 처리한다. 센서 메시지는 외부 센서로부터 수신한 센서 데이터를 캡슐화한 것으로, 해당되는 컨텍스트 획득 모듈(context acquisition module)로 전송되어 컨텍스트 정보가 추출된다. 질의 메시지는 다른 시스템의 정보를 얻기 위해 상황 인식 어플리케이션이 생성하는 메시지이다. 시스템에 질의 메시지가 수신되면, 관련된 질의 처리 모듈(query processing module)로 넘겨진다. 외부 시스템이 수신 시스템에게 어떤 작업을 수행해줄 것을 요청하는 작업 메시지는 적절한 작업 처리 모듈(task-processing module)로 전달되어 처리된다. 내부 모듈 호출 메시지는 다른 모듈이 처리 모듈을 호출하는 요청 메시지이다. 처리 모듈 간의 밀접한 결합을 피하기 위해, 내부 모듈 호출 메시지를 사용해 간접적으로 처리 모듈을 호출한다. 제안한 구조는 처리 모듈을 사용해 주변 장치를 제어하고, 통신 모듈을 통해 외부 시스템이나 센서에 명령이나 메시지를 전송한다. 전송 메시지는 출력 메시지 큐에 추가되고, 출력 메시지 큐 관리자는 각각의 메시지를 차례대로 처리하기 위해 적절한 처리기를 호출한다.

처리부는 프로세서 부분에서 실행되며 센서 데이터에서 상황정보를 추출하는 컨텍스트 획득 모듈, 외부의 질의에 대한 처리를 수행하는 질의 처리 모듈, 인식된 상황에 따라 복잡한 동작을 하기 위해 호출을 수행하는 행위 모듈

(action module), 기타 작업을 처리하는 작업 처리 모듈로 구성된다.

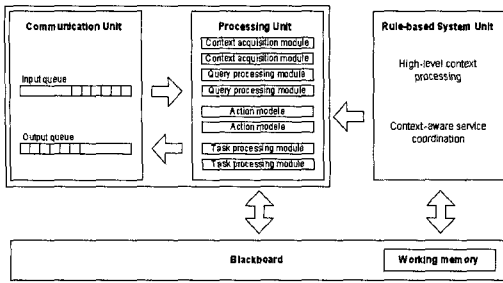
규칙 기반 시스템부는 고수준의 컨텍스트 처리를 수행하고, 상황 인식 서비스를 기술하는 if-then 규칙을 포함한다. if-then 규칙을 고속으로 수행하기 위해 실행 가능한 규칙의 신속한 결정(matching) 및 실행 가능한 규칙에 대한 우선우위를 결정할 수 있도록 하는 하드웨어 회로를 포함한다.

블랙보드는 상황상태 정보, 임시 변수 등의 정보를 저장한다.

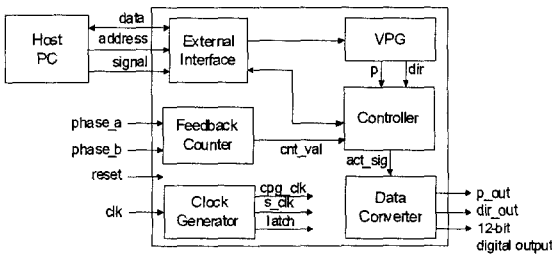
2. 모션시스템내 SoC 기술 응용

모션시스템도 메인 시스템과 같이 현재 펜티엄을 기반으로 개발되고 있는 실정이다. 지능 로봇을 상용화하기 위해서는 가격, 전력 등의 제약으로 인하여 모션시스템 전용의 펜티엄을 사용할 수 없기 때문에 향후 모션시스템을 위한 SoC가 개발되어 사용될 것으로 예상된다.

그림 4는 모션시스템에 사용 가능한 모션제어 칩 구조를 나타낸다^[3]. 외부 인터페이스부(External Interface)는 PC나 외부 시스템과 PCI 버스를 통하여 정보 교환을 수행할 수 있다. 속도 파형 생성부(Velocity Profile Generator, VPG)는 사전에 특성계수를 저장하고 이를 이용하여 효율적으로 임의의 형태의 속도 명령을 생성할 수 있다. 따라서 로봇을 원하는 위치로 이동시키기 위하여 각 모터에 최적의 속도 명령을 보낼 수 있다. 제어부(Controller)는 로봇 동작을 제어하기 위한 PID 제어 알고리즘을 하드웨어로 구현한 것이며 관련 파라미터는 메인 시스템에서 전달받는다. 피드백 카운터는 현재 모터의 위치를 읽어내며, 데이터 변환부(Data Converter)는



〈그림 3〉 상황이해 SoC 구조



〈그림 4〉 모션제어 칩 구조

서보모터, 스텝모터 등 다양한 모터를 구동할 수 있는 형태의 출력을 생성한다. 클럭 생성부(Clock Generator)는 모션제어 칩 내부에서 필요로 하는 클럭과 여러 가지 제어 신호를 생성한다. 지능 로봇의 모션시스템은 그림 4의 모션제어 칩을 기반으로 로봇의 여러 동작을 지원할 수 있는 기능의 SoC로 개발하는 것이 가능하다.

3. 비전시스템내 SoC 기술 응용

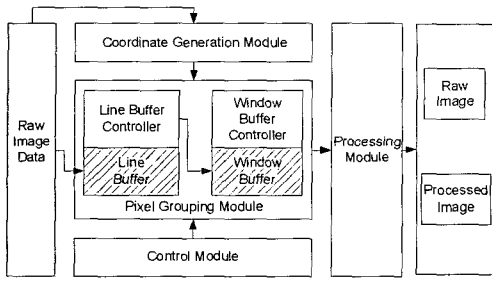
비전시스템도 현재 펜티엄을 기반으로 개발되고 있지만 향후 지능 로봇 상용화를 위해서 비전시스템을 위한 SoC가 개발되어 사용될 것이다. 앞에서 설명한 바와 같이 비전시스템은 다른 서브시스템에 비해 앞선 계산 능력을 필요로 하기

때문에 비전시스템용 SoC는 다른 서브시스템용 SoC에 비해 더 복잡할 것으로 예상된다. 현재 지능 로봇의 비전시스템이 필요로 하는 기능 중에서 일부 기능을 SoC로 개발 중이며 향후 전체 기능에 대응되는 SoC가 개발될 것으로 예상된다^[4].

그림 5는 윈도우를 기반으로 하여 실시간 영상 처리를 수행할 수 있는 구조를 나타낸다^[5]. 윈도우 기반의 픽셀 그룹 연산은 영상처리의 많은 분야에서 응용된다. 그런데 Von Neumann 구조의 범용 컴퓨터에서 $n \times n$ 크기의 윈도우를 기반으로 영상을 처리하는 경우 n 번의 메모리 접근이 필요하게 되어 실제 연산에 사용되는 시간보다 더 많은 시간이 메모리 참조에 소요될 수 있다. 그림 5에 나타난 구조를 이용하면 불필요한 시간 낭비를 제거 하고 실시간으로 윈도우 기반의 영상을 처리 할 수 있다.

그림 5에서 좌표 생성 모듈(Coordinate Generation Module)은 영상을 받는 카메라에서 생성된 제어 신호를 이용하여 현재 입력중인 픽셀의 2차원 좌표를 계산해낸다. 좌표의 범위는 영상의 크기와 동일하며 영상 한 프레임을 모두 받고 다음 영상 프레임을 받기 시작할 때 좌표값을 초기화하고 다시 카운트를 시작한다.

픽셀 그룹화 모듈(Pixel Grouping Module)에서는 라인 버퍼(Line Buffer)와 윈도우 버퍼(Window Buffer)를 사용하여 원하는 윈도우 크기에 해당하는 픽셀그룹이 즉시 접근 가능한 레지스터에 저장된 상태를 유지하도록 한다. 라인 버퍼는 처리 기반이 되는 윈도우의 행(Row) 크기와 같은 수의 듀얼 포트 램을 사용하며 각 듀얼 포트 램은 영상의 한 라인을 저장한다. 이렇게 함으로써 x 좌표값을 어드레스로 사용할 수 있게 된다. 윈도우 버퍼는 현재 라인 버퍼에 입력되는 픽셀과 라인 버퍼에 이미 저장된 픽셀 중



〈그림 5〉 윈도우 기반 실시간 영상처리 구조

에서 현재 입력되는 픽셀의 x 좌표값과 동일한 x 좌표값을 갖는 픽셀을 라인 버퍼에서 전달받아서 레지스터에 저장하여 윈도우 크기만큼의 픽셀을 저장한다.

프로세싱 모듈은 윈도우 버퍼에 저장된 픽셀에 대해 실제 연산을 수행하는 부분이다. 이 픽셀은 항상 레지스터에 저장된 상태를 유지하기 때문에 윈도우에 속한 모든 픽셀은 연산을 위해 즉시 접근할 수 있다. 따라서 프로세싱 모듈에서 이 픽셀에 대해 수행하는 연산 부분만을 바꾸어 작성하면 여러 종류의 윈도우 기반 영상처리를 용이하게 수행할 수 있게 된다.

제어 모듈(control module)은 그림 5 전체에 대한 제어 동기 신호를 발생한다. 특정 영상처리를 위해 그림 5와 같은 구조의 모듈을 직병렬로 연결하여 사용 할 수 있고 이러한 경우 데이터의 전송이나 동기화 등의 작업도 수행할 수 있다.

4. 음성시스템내 SoC 기술 응용

지능 로봇의 일반 환경에서 사용자 의도를 파악하려면 사용자가 말하는 임의의 음성에 대한 인식이 필요하고 이를 위해서는 고성능 프로세서가 요구된다. 따라서 음성시스템도 현재 펜티

엄을 기반으로 프로그램으로 개발되고 있으나 향후 이를 위한 SoC가 개발될 것이다. 현재 간단한 음성 인식 기능용 칩이 상용화되어 사용되고 있지만 아직 지능 로봇에서 필요로 하는 사양을 만족하지 못하고 있다¹⁶⁾. 잡음이 있는 환경에서의 음성 인식 및 컨텍스트에 기반한 음성 인식 등 아직 추가적으로 여러 가지 기술을 더 개발해야 할 필요가 있으며 이 기술을 기반으로 음성시스템용 SoC가 개발될 것이다. 현재 미국에서도 카네기멜론대학과 버클리대학이 NSF 연구비를 지원받아 향후 지능 로봇에 사용 가능한 수준의 음성시스템 SoC 개발을 추진 중이다.

5. 센서시스템내 SoC 기술 응용

센서시스템은 타 서브시스템과 달리 현재 펜티엄을 기반으로 개발하지 않고 각 센서에 적절한 프로세서를 기반으로 개발되고 있다. 이는 센서시스템에서는 타 서브시스템과 달리 복잡한 알고리즘을 필요로 하지 않기 때문이다. 이미 여러 가지 센서와 이를 위한 내장형 시스템이 일체화된 센서시스템이 상용화되어 판매 중이다. 따라서 이러한 센서시스템을 위한 SoC 기술은 상당 부분 준비된 상태이다. 다만 동일한 센서를 사용하면서 기존의 센서시스템 성능을 개선하기 위해 새로운 계측 알고리즘을 개발하거나 더 많은 갯수의 센서를 사용하여 성능을 개선하는 경우 이와 관련된 SoC기술 개발이 필요할 것이다. 또한 촉각센서나 후각센서와 같이 기존 센서와 다른 새로운 것을 개발하고자 할 때 이러한 센서용 SoC 개발을 위해서는 추가적으로 기술 개발이 필요하다. 향후 MEMS 기술과 고분자 기술을 이용하면 센서와 구동회로를 모두 칩안에 집적시키는 것이 가능할 것으로 예상된다¹⁷⁾.

6. 네트워크내 SoC 기술 응용

기존의 로봇은 메인 시스템의 간단한 통신 기능으로 외부기와 정보를 교환했기 때문에 별도의 통신시스템을 구성할 필요가 없었다. 그런데 지능 로봇에서는 더욱 복잡하고 다양한 통신 기능을 필요로 할 것이다. 현재 이와 관련하여 상용화되거나 개발중인 여러 가지 SoC가 있으며 향후 사용자가 보다 편리하게 지능 로봇을 사용할 수 있도록 하기 위한 다양한 형태의 네트워크 기능 구현을 위한 SoC 기술이 개발될 것이다¹⁸⁾.

IV. 프로세서 기술

SoC가 수행하는 작업은 통상적으로 내장된 프로세서 소프트웨어와 내부 전용 하드웨어 회로에 의해 수행된다. 따라서 프로세서 발전에 따라 지능 로봇용 SoC 내부의 전용 하드웨어 회로가 담당하는 역할이 변화할 수 있다. 반대로 SoC 내부의 전용 하드웨어 회로 일부가 프로세서 내부 회로로 구성될 가능성도 존재한다. 따라서 지능 로봇을 위한 SoC기술은 프로세서 기술과 같이 고려되어야 한다.

프로세서 성능 향상에 따라 표1에 나타난 바와 같이 지능 로봇 발전이 예상되고 있다¹⁹⁾. 프로세서 성능을 향상시키기 위해서는 새로운 구조, 멀티미디어 데이터 처리, 고속 클럭 구동, 신뢰성, 전력 절감 등에 관한 연구가 필요하다.

지능 로봇 시장이 아직 본격적으로 형성되지 않았기 때문에 지능 로봇 전용 프로세서에 대한 요구는 아직 크지 않지만 시장이 본격적으로 형성되면 로봇 전용 프로세서가 등장할 것으로 예상된다. 당분간은 지능 로봇 내 특정 모듈을 위한 SoC가 개발되어 범용 프로세서와 같이 사용

〈표 1〉 프로세서 성능 향상에 따른 로봇 발전 예상

	2010	2020	2030	2041
로봇	1세대	2세대	3세대	4세대
MIPS	3 *10 ³	1*10 ⁵	3*10 ⁶	1*10 ⁸
대응두뇌	도마뱀	쥐	원숭이	사람
특징	지각, 조작, 이동	적응 학습	모델링	추론

될 것이며 이 SoC는 타 산업에도 응용될 것으로 예상된다.

이미 비디오 게임기를 위한 전용 프로세서가 개발되어 사용되고 있으며 이 프로세서는 범용 프로세서와 같은 코어(core)를 사용하고 부가적으로 게임 수행을 위해 공통적으로 필요한 기능을 효율적으로 수행할 수 있는 회로를 추가하여 개발된 것이다¹⁹⁾. 이와 마찬가지로 범용 프로세서 코어와 지능 로봇 작업 수행을 위한 공통 회로를 추가하여 지능 로봇을 위한 전용 프로세서가 개발될 것으로 예상된다. 다음과 같이 3단계로 지능 로봇 전용 프로세서가 개발될 수 있을 것이다.

우선 1단계에서는 범용 프로세서와 IC를 이용하여 그림 2에 나타난 로봇 제어기를 구성하고 필요로 하는 알고리즘을 개발할 것이다. 이 단계에서는 지능 로봇의 복잡한 기능은 대부분 범용 프로세서의 소프트웨어에 의해 수행될 것이며 일부 간단한 기능은 SoC 형태로 개발될 것으로 예상된다.

2단계에서는 지능 로봇의 복잡한 기능 중 일부가 SoC 형태로 개발될 것으로 예상되며, 이러한 SoC는 로봇 이외에 타 산업에도 적용될 것이다. 지능 로봇 제어기는 범용 프로세서와 이러한 SoC로 구성되어 1단계에 비해 범용 프로세서의

소프트웨어에 의해 수행되는 지능 로봇의 기능 비율이 축소될 것이다.

최종 3단계에서는 범용 프로세서 코어에 2단계의 범용 프로세서의 소프트웨어를 효율적으로 수행하기 위해 필요로 하는 연산 회로와 2단계에서 개발된 SoC 내부 전용 하드웨어 회로를 추가하여 지능 로봇용 프로세서를 개발할 수 있을 것으로 예상된다.

V. 결론

지능 로봇의 상용화를 위해서 관련된 SoC 개발이 필수적이다. 이를 위해 우선적으로 지능 로봇이 필요로 하는 기능을 범용 프로세서의 소프트웨어로 개발한 후 이를 기반으로 SoC를 개발할 수 있을 것이다.

앞 절에서 지능 로봇에 적용될 수 있는 전용 하드웨어 회로에 관해 주로 다루었다. 그런데 SoC는 전용 하드웨어 회로와 내장형 프로세서 소프트웨어에 의해 원하는 시스템의 기능을 구현하는 것이다. 따라서 지능 로봇을 위한 SoC를 개발하기 위해서는 이 내장형 프로세서에 설치되는 운영체제와 소프트웨어를 어떻게 전용 하드웨어 회로와 결합하여 원하는 기능을 구현할 것인지 고려하는 하드웨어-소프트웨어 동시 설계(Co-Design) 기술도 발전시켜야 한다.

최근 범용 프로세서는 superscalar, superpipeline, VLIW (Very Long Instruction Word) 등의 기술을 이용하여 동시에 여러 개의 명령을 수행할 수 있지만 근본적으로 메모리에서 순차적으로 명령을 읽어내고 수행하는 방식이다. 따라서 지능 로봇의 특정 기능을 수행하기 위해 범용 프로세서의 소프트웨어에만 의존하는 것보다 이 기능 중 일부를 하드웨어적으로 수행할 수 있는 회로

를 개발하고 이 회로 기반의 SoC를 개발하여 이용하면 보다 효율적으로 해당 기능을 수행할 수 있을 것이다. 다만 지능 로봇 기능을 수행하기 위한 소프트웨어 알고리즘에 대응되는 하드웨어 회로를 개발하는 것은 경우에 따라서 이 알고리즘을 소프트웨어로 개발하는 것보다 더 어렵고 개발 시간도 더 많이 소요될 수 있다는 점을 유의하여야 한다.

<감사의 글>

본 연구는 2004년도 과학기술부 21C프론티어 사업인 인간기능 생활지원 지능로봇개발사업 연구비의 부분적 지원으로 수행된 결과입니다.

참고문헌

- [1] Mophics Tech. Inc.
- [2] 이건명의 3인, "SoC 기반의 상황이해 시스템 구조," 인간기능 생활지원 지능로봇 기술개발사업단 기술교류 Workshop, 2004년 8월.
- [3] Jung Uk Cho and Jae Wook Jeon, "A Motion-Control Chip to Generate Velocity Profiles of Desired Characteristics," IT SoC 2004 & Post-PC Fair Conference, Oct. 2004.
- [4] <http://www.tyzz.com/>
- [5] Seunghun Jin et. al., "The Dynamic Thresholding Circuit of A Real-Time Window-Based Image Processing Structure," IT SoC 2004 & Post-PC Fair Conference, Oct. 2004.
- [6] <http://www.sensoryinc.com/>
- [7] 김종호의 5인, "3축 힘센서 기반 인공피부 설계 및 제작," 인간기능 생활지원 지능로봇 기술개발사업단 기술교류 Workshop, 2004년 8월.
- [8] <http://www.wiznet.co.kr>
- [9] H. Moravec, ROBOT: Mere Machine to Transcendent Mind, Oxford Univ. Press, 1999.

[10] M. Oka and M. Suzuoki, "Designing and Programming The Emotion Engine," IEEE Micro, Vol. 19, No. 6, Nov./Dec. 1999, pp. 20-28.

저자소개



전 재욱

1984년 서울대학교 전자공학과 (공학사)
 1986년 서울대학교 전자공학과 (공학석사)
 1990년 Purdue University, School of Electrical Engineering (Ph.D.)
 1990년 - 1994년 삼성전자 자동화연구소 선임연구원
 1994년 - 현 재 성균관대학교 정보통신공학부 교수
 주관심분야 로봇공학, 임베디드시스템, 공장 자동화

저자소개



변 종은

1981년 - 1985년 서울대학교 기계설계학과 (공학사)
 1985년 - 1987년 KAIST 생산공학과 (공학석사)
 1992년 - 1996년 일본 九州대학 전기공학전공 (박사)
 1987년 - 1991년 삼성전자 생산기술연구소 주임연구원
 1996년 - 1998년 삼성전자 자동화연구소 수석연구원
 1998년 - 현 재 (주)넥스트아이 대표이사 사장
 주관심분야 머신비전, 로봇비전, 자동검사장치, 영상처리



최 종 찬

1985년 경희대학교 전자공학과 (공학사)
 2002년 서경대학교 컴퓨터과학과 (공학석사)
 2004년 충북대학교 정보통신공학과 (박사수료)
 1985년 - 1990년 삼성 SDI 수원종합연구소
 1992년 - 현 재 전자부품연구원/수석, 센터장
 주관심분야 Mixed Mode SoC/ Re-configurable Processor 설계, 유비쿼터스 컴퓨팅 네트워크 연구, eCAR /지능형 로봇 SoC platform 연구



김 종 태

1982년 성균관대학교 전자공학과 학사
 1992년 University of California, Irvine 전기 및 컴퓨터공학과 (박사)
 1991년 - 1993년 The Aerospace Corporation 연구원
 1993년 - 1995년 전북대학교 컴퓨터공학과 전임강사
 1995년 - 현 재 성균관대학교 정보통신공학부 교수
 주관심분야 VLSI CAD 및 SOC 설계, 임베디드시스템 설계

저자소개



이 건 명

1990년 KAIST (공학사)
 1992년 KAIST (공학석사)
 1995년 KAIST (공학박사)
 1995년-1996년 INSA de Lyon (France),
 Post-Doc. Research Fellow
 1996년-1996년 Park Scientific Instrument
 (Sunnyvale, Calif. USA),
 Staff Scientist
 2001년-2003년 Dept. of Comp. Sci. and
 Eng., Univ. of Colorado at
 Denver(Denver, USA), Visiting
 Professor
 1996년-현 재 충북대학교 전자전기컴퓨터공학
 부, 부교수
 주관심분야 인공지능, soft computing, bioinformatics



이 지 형

1993년 KAIST (공학사)
 1995년 KAIST (공학석사)
 1999년 KAIST (공학박사)
 1996년-1997년 AIO Microservice사, 파견연구원
 2000년-2002년 Sri International (미), International
 Fellow
 2002년-현 재 성균관대학교 정보통신공학부, 조교수
 주관심분야 인공지능, 퍼지 이론, 신경회로망