

DSP의 新紀元

이수용

한국과학기술연구원 휴먼로봇센터

1. 서론

Digital Signal Processor는 한때 반도체 시장에서 큰 주목을 받지 못하였다. DSP라고 불리우는 이 프로세서는 모뎀, 팩스기기등에서나 제한적으로 사용되고 있었다. 반도체 시장에서 급성장하는 품목도 아니었으며, 미디어의 주목을 받지도 못하였다. 하지만, 내장 제어기 (embedded controller) 혁명이 이루어지면서, 이 비교적 값싼 프로세서는 자동차, 가전기기, 의료기기등, 수많은 제품에 사용되기 시작하였다. 프로그램 가능한 DSP의 뛰어난 능력으로, data 압축등 다양한 전문 분야에서 사용되고 있으며, 많은 가전제품에서도 종래의 값비싼 프로세서들을 대신하고 있다.

마이크로프로세서들은 많은 작업을 매우 빠르게 수행할 수 있으나, DSP 보다는 고가이며, DSP만큼 실시간 작업 (real time service)를 안정적으로 지원하지 못한다. 실시간 작업을 수행하는 DSP의 기능은 휴대 전화와 같이, 시간 지연이 허용되지 않는 분야에서 뛰어난 성능을 발휘하고 있다. 또한 DSP는 디지털 신호를 (아날로그 신호로부터 변환된 디지털 신호를 포함하여) 조작할 수 있다. 따라서, 이제까지 아날로그 방식으로만 여겨진 음향기구나, 카메라등의 디지털 방식 모델이 나오고 있는 것이다.

이 때문에, DSP는 프로세서 시장에서 떠오르는 별로, 즉 가장 빠르게 성장하는 품목으로 주목을 받고 있다. 전자 회사들은 DSP를 사용하는 새로운 용도를 계속 발굴해내고 있으므로, 이러한 경향은 앞으로도 계속 이어질 것이다. 또한 DSP 개발자들은 끊임없이, DSP의 성능을 개선하고 있으며, 좀더 편리하고, 강력한 개발 도구를 선보이고 있고, 또한 그 가격도 점점 떨어지고 있다.

2. DSP의 특징

DSP는 행렬 연산, Fourier 변환등을 고속으로 수행할 수 있도록, 특별히 설계된 마이크로 프로세서이다. 디지털 신호를 분석, 계산, 처리함으로써, 디지털 TV 신호등을 다시 아날로그 신호로 바꾸는 기능이 가능한 것이다. 이러한 기능이 바로 DSP를 디지털 기술의 핵심 요소로 만드는 것이다. 아날로그에서 디지털로의 변환기, 또는 디지털에서 아날로그의 변환기 등이 흔히 DSP의 주변장

치로 포함된다. 그림 1에 나타난 바와 같이 이러한 변환기를 사용하여, 아날로그 신호를 받아들여 이를 디지털화한 후, 신호 처리를 하고, 다시 아날로그 신호로 바꾸어 내보낼 수 있다.

대부분의 프로세서들의 가장 중요한 성능은 바로 빠른 곱셈 연산이다. 곱셈 연산은 신호처리 기술의 가장 근간이 되는 것이다. 현재 100MHz에서 300MHz의 속도에서 작동되는 DSP들은 대부분, 하나의 instruction, 또는 다수의 instruction들을 하나의 clock cycle에서 수행하므로, 매우 빠른 연산이 가능하다. 이러한 특징은 single cycle 곱셈기, single cycle arithmetic logic unit, instruction과 operand의 분리된 bus등의 특수 구조를 통하여 가능한 것이다. 현재, 일반적인 DSP는 초당 약 3억회의 곱셈이 가능한 DSP가 출현할 것으로 예상하고 있다. DSP는 연산이 가능하며, 2000년에는 10억회 이상의 곱셈 연산 마이크로 프로세서와 마찬가지로, C, C++ 또는 assembly 언어로 프로그램 되어지므로, 기존의 프로그램 개발과 크게 다른 점이 없다.

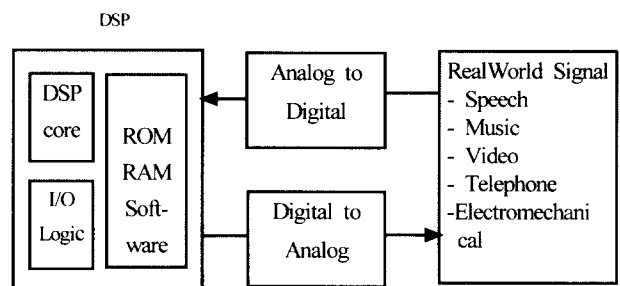


그림 1. DSP와 외부 신호와의 Interface.

3. DSP의 용도

DSP는 용도는 빠른 속도로 다양해지고 있다. 음성 인식, 필기체 인식 시스템 등에서는 빠른 속도로 데이터를 압축하여, 연산한 후 다시 복원할 수 있고, 분석과 출력이 모두 실시간으로 이루어지고 있다. 비디오 게임은 실시간으로 거대한 양의 데이터를 처리함으로써, 실감나는 소리와 영상을 구현할 수 있다. 자동차에서는 ABS (Anti-lock Brake System)등의 안정장치를 구동하기 위하여 실시간 연산을 수행하고 있다.

DSP가 더욱 많이 사용되고 있는 이유는 바로 효과적

인 프로그램이 가능하기 때문이다. 소프트웨어의 설계, 구현, 수정이 빠르고, 저렴하게 되므로, 하드웨어가 바뀌더라도 신속한 개선이 이루어질 수 있다. 예를 들면, DSP를 사용한, 초음파 진단 기계는 하드웨어를 바탕으로 한 기계보다 10배 이상으로 단축된 시간 내에 프로그래밍, 시험, 개발완료가 가능하다. 뿐만 아니라, 소프트웨어의 수정만으로도 지속적인 upgrade가 가능하다. 즉, DSP를 기초로 한 set-top box의 프로그램을 internet을 통하여 download 받아서 upgrade함으로써 실제 사용자는 알지 못하는 사이에, 최신 program을 지속적으로 공급 받을 수가 있다.

이밖에도, 다용도 DSP는 다수의 부품들을 대체할 수 있으므로, 제품의 크기를 줄이는데 큰 역할을 하고 있다. 이러한 DSP의 장점으로 인하여, 기존의 마이크로프로세서들과 치열한 경쟁을 벌이고 있다. 예를 들어, Intel과 같은 마이크로 프로세서 제작회사들은 DSP기술을 자신의 마이크로 프로세서에 포함시키고 있는 반면, 대표적인 DSP 제조회사인 Texas Instrument는 자신의 DSP에 마이크로 프로세서 기능 (예를 들어, 마이크로 컨트롤러기능)을 포함시키고 있다.

DSP는 다양한 방법으로 디지털 신호를 처리할 수 있음은 이미 언급하였다. 일례로, 디지털화한 신호를 처리하여, 최고급 음질의 아날로그 스테레오 사운드를 구현할 수 있다. 이러한 기능은 신호 압축을 통하여, bandwidth를 유지함으로써 가능하며, 특히 낮은 bandwidth 특성을 갖는 무선 통신 분야에 유용한 기능이다. 이와 같은 신호 압축, 처리 기술은 internet을 기반으로한, 모뎀, 음성, 화상신호 응용에도 꼭 필요한 것들이다. DSP를 사용하여, 음성 신호를 압축하여 전송함으로써, 시간지연이 적은 internet phone이 가능하도록 한 것이다.

4. 앞으로의 전망

DSP 전문가들은 DSP를 사용함으로써, 초음파를 사용하여, 많은 양의 환자의 측정 데이터를 실시간 처리하며, 3차원 화면으로 나타내는 것이 가능할 수 있을 것이라고 한다. 저전력 DSP가 개발됨으로써, 휴대용 기기들에도 널리 사용될 것이다. DSP의 미래는 일반적인 반도체 제조회사들과 마찬가지로 DSP 제조회사들이 더욱 고속, 소형, 저전력, 저가의 DSP를 계속하여 개발해낼 수 있는냐에 달려 있다. 대부분의 전문가들은 이러한 개발이 가능할 것으로 낙관적으로 전망하고 있다. 즉, 현재 범용 마이크로 프로세서들이 담당하는 부분을 앞으로 DSP가 대신할 것이라는 기대이다. 새로이 개발되고 있는 응용 프로그램들은 범용 프로세서들보다는 훨씬 강력한 성능을 요구하고 있으며, 이를 DSP가 해결할 수 있기 때문이다.

5. 참고

발췌 : "C 언어로 쉽게 쓰는 TMS320C31", 박귀태, 이상락저, 대영사, 1996

디지털 시그널 프로세싱에는 다음과 같은 기술들이 있다.

- Signal Processing- Filtering
 - Conditioning
 - Restoration
 - Frequency Transform
- Image Analysis - Segmentation
 - Grouping/Labeling
 - Feature Extraction
 - Matching
 - Classifying
- Compression - Entropy Encoding
 - Difference Encoding
 - Quantization
 - Motion Estimation
- 2-D Graphics - bitBlT
 - Text
 - Font Generation
 - Line/Circle/Ellipse
 - Curves
- 3-D Graphics - 3-D Transform
 - Hidden Surface
 - Shaded Surface

이 기술들에 사용되는 알고리즘에는 다음과 같은 것들이 있다.

- Convolution
- Morphology
- Warp
- FFT
- FIR Filters
- Median Filter
- Delta Modulation
- Projections
- Segmentation
- Connected Component
- Texture : Statistical Ops
- Arithmetic & Boolean Pixel Ops
- Binary to Color Expand
- Line Draw
- Anti-Aliasing
- Alpha Channel
- Sub Band Coding
- Correlation

- Edge Ops
- Pyramids
- DCT
- Fractal Transforms
- Run Length Encoding
- Radon Transform
- Histograms & Histogram Equalization
- Adaptive Threshold
- Geometric : SRI Ops
- Motion : Optical Flow
- Font Compiling
- Dithering/Halftoning
- Phone/Gourand Shading
- ADPCM
- Linear Predictive Coding
- Speech Synthesis
- Text-to-Speech

- Control
 - Disk Control
 - Servo Control
 - Robot Control
 - Laser Printer Control
 - Engine Control
 - Motor Control
 - Kalman Filtering
- Military
 - Source Communications
 - Radar Processing
 - Sonar Processing
 - Image Processing
 - Navigation
 - Missile Guidance
 - Radio Frequency Modems
 - Sensor Fusion
- Telecommunications
 - Echo Cancellation
 - ADPCM Transcoder
 - Digital PBXs
 - Line Repeaters
 - Channel Multiplexing
 - 1200 to 19200bps Modems
 - Adaptive Equalizers
 - DTMF Encoding/Decoding
 - FAX
 - Cellular Phones
 - Speaker Phones
 - Digital Speech Interpolation
 - X.25 Packet Switching
 - Video Conferencing
 - Spread Spectrum Communications
 - Data Encryption
- Automotives
 - Engine Control
 - Vibration Analysis
 - ABS
 - Adaptive Rider Control
 - Global Positioning
 - Navigation
 - Voice Commands
 - Digital Radio
 - Cellular Telephones
- Consumer
 - Radar Detectors

이러한 알고리즘들을 사용하는 DSP의 응용분야는

- General-Purpose DSP
 - Digital Filtering
 - Convolution
 - Correlation
 - Hilbert Transforms
 - Fast Fourier Transforms
 - Adaptive Filtering
 - Windowing
 - Waveform Generation
- Graphics/Imaging
 - 3-D Transformations Rendering
 - Robot Vision
 - Image Transmission/Compression
 - Pattern Recognition
 - Image Enhancement
 - Homomorphic Processing
 - Workstations
 - Animation/Digital Map
- Instrumentation
 - Spectrum Analysis
 - Function Generation
 - Pattern Matching
 - Seismic Processing
 - Transient Analysis
 - Digital filtering
 - Phase-Locked Loops
- Voice/Speed
 - Voice Mail
 - Speech Recoding
 - Speech Recognition
 - Speaker Verification
 - Speech Enhancement

- Power Tools
- Digital Audio/TV
- Music Synthesizer
- Toys and Games
- Solid-State Answering Machines

- Industrial

- Robotics
- Numeric Control
- Security Access
- Power Line Monitors
- Visual Inspection
- Lathe Control
- CAM

- Medical

- Hearing Aids
- Patient Monitoring

- Ultrasonic Equipment
- Diagnostic Tools
- Prosthetics
- Fetal monitors
- MR Imaging

저자소개

이 수 용

1989년 서울대학교 기계공학과 졸업(학사)

1991년 서울대학교 기계설계학과 졸업(석사)

1996년 M.I.T. 기계공학과 졸업(공학박사)

1996년 현재 한국과학기술연구원 휴먼로봇연구센터 선임연구원

<관심분야>

◦ Robotics, Motor제어기, Microcontroller, DSP응용