

## 분산 환경 기반 영상 분석 서버

임일명, 신화선, 송혁, 최병호

전자부품연구원

ilmyeongim@keti.re.kr, L544@keti.re.kr, hsong@keri.re.kr, bochoi@keti.re.kr

## Image Analysis Based on a Distributed Server Environment

Il-Myeong Im, Hwa-Seon Shin, Hyok Song, Byeon-Ho Choi

Korea Electronics Technology Institute

### 요약

최근 치안 관련 강력 범죄 발생이 사회 이슈화가 많이 된다. 이에 대한 해결책으로 CCTV가 기하급수적으로 보급, 설치되고 있다. 하지만 현재의 CCTV 기술은 단순 녹화의 수준에서 머물고 있기에 범죄 발생 사후에나 사용되고 있는 실정이다. 영상보안 분야에서 현재 진행되고 있는 지능형 영상 분석 기술은 영상 감시, 분석을 입력으로 사용하는 방식에서 벗어나 실시간으로 시스템에서 상황판단을 하여 경보하여 줌으로써 범죄의 예방 및 조속한 해결을 가능하도록 발전하고 있다.

본 논문은 지능형 영상 분석 시스템을 구성하는데 있어서 영상 분석 기술의 인터페이스를 공통화를 적용, 모듈화 함으로써 각각의 감시사이트에 적용 가능한 최적의 비전 기술 모듈만을 시스템 관리자에 선택에 따라 해당 시스템에 적용할 수 있도록 하였다. 또한 각 비전 모듈을 개별 프로세스로 동작하게 하고 모듈간의 통신을 네트워크화 함으로써 분산 환경으로 동작할 수 있도록 개발하였다.

### 1. 서론

지능형 영상 분석 시스템의 기반이 되는 비전 기술로 노이즈 제거, 흔들림 보정과 같은 영상 보정 기술, 전배경 추출 및 객체 추적, 얼굴 추출 및 인식, 이상행위 인식과 같은 기술들이 있다. 비전 기술에 따라 필요로 하는 성능, 메모리와 같은 자원 요구사항이 다르며 전체 시스템 상에서 이를 적절히 배분하는 것이 시스템 효율화에 필수적이다.

본 논문에서는 개별 비전 기술들을 동일한 인터페이스로 포장한 모듈화를 구현, 각 모듈을 프로세스로 구동시키며 모듈간의 통신을 네트워크화하여 네트워크상에 분산된 여러 서버에 적절히 배분한다. 전체 시스템상의 모듈 구성은 모듈맵으로 표현하며 각 모듈의 네트워크상의 위치, 모듈 내부 파라미터, 모듈간의 연결관계를 JSON 문법에 따라 기술한다.

### 2. 본론

#### 2.1 영상 분석 서버 시스템

영상 분석 서버 시스템은 크게 세 부분으로 나눌 수 있으며 각각은 영상 분석 서버 시스템을 총괄 관리, 감독하는 BrokerD와 네트워크상의 개별 서버에서 내부 모듈들을 관리하는 NodD, 각 서버에서 비전 기술들을 모듈화한 Module로 구분된다.

BrokerD는 전체 시스템내의 비전 모듈들의 배치, 연결, 설정을 관리하며 외부 client와 연결을 통해 관리자의 요청을 처리하며 영상 분석 결과를 전송하는 역할을 담당한다.

NodD는 각각의 서버에 상주하면서 BrokerD의 요청에 따라 비전

모듈을 활성화를 담당하며 해당 모듈에 맞는 메시지를 전송한다.

Module은 공통 인터페이스가 적용된 비전 모듈을 위한 Worker 스레드를 구성하여 외부 메시지를 전달, 처리한다.

그림 1은 영상 분석 서버 시스템 내에서 BrokerD와 NodD, Module 간의 구성 관계 및 메시지 전달 경로를 알 수 있다.

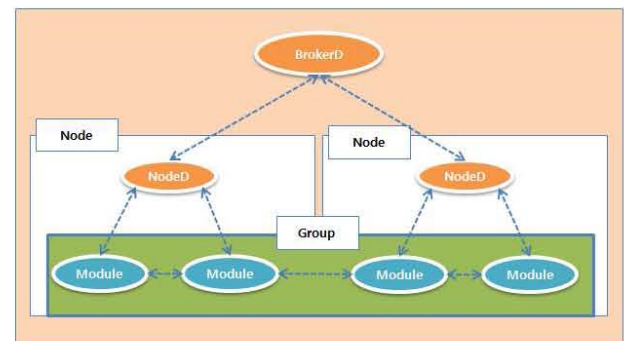


그림 1 영상 분석 서버 시스템 구성도

#### 2.2 비전 기술의 모듈화

분석 서버는 영상 분석을 위한 비전 기술들을 최적의 성능을 낼 수 있도록 다양한 기술을 적용한다.

분석 서버내에서 비전 기술은 각 기술마다 공통된 인터페이스를 적용한 모듈화를 통하여 관리되어지고 분석 서버 맵 상에서 모듈의 자유로운 배치를 통한 비전 기술의 추가, 제거를 관리자가 손쉽게 할 수 있도록 한다. 이는 각 CCTV가 설치된 사이트에 따라 적용이 불가하거나 불필요한 비전 기술의 교체가 쉽도록 하기 위한 것이다.

분석 서버내의 비전 기술들의 연결 및 설정값들은 맵으로 관리된다. 맵 내에서 한 카메라의 입력을 처리하는 하나의 실행 단위를 그룹으로 정의되며 맵은 하나 이상의 그룹으로 구성된다. 각 그룹은 비전 기술 모듈의 입력력 연결로 정의되며 비전 모듈은 출력의 다중화를 통해 모듈 분기를 만들 수 있다.

그림 2는 분석 서버 시스템 상의 비전 모듈들의 구성 관계를 보여주고 있다.

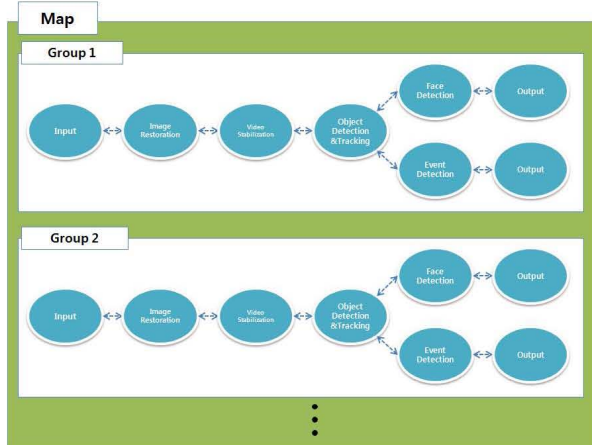


그림 2 분석 서버 시스템의 모듈맵 구성도

### 2.3 모듈 공통 인터페이스

모듈 공통의 인터페이스를 적용한 비전 기술은 분석 서버 시스템 내의 Module 프로세스내에서 동일한 함수 호출에 의해 동작하게 된다. 비전 기술에 공통 인터페이스를 적용함으로써 하나의 동작 시스템으로 다양한 비전 기술을 단순 교체를 통해 적용할 수 있게 하여 차후 다른 비전 기술을 공통 인터페이스 규격에 맞게 개발 추가 개발하여도 쉽게 분석 서버 시스템에 적용할 수 있다.

그림 3은 모듈 공통 인터페이스 API와 비전 기술과의 관계를 보여준다. 개별 비전 기술은 공통 인터페이스를 통해 Module 프로세스 내에서 동작하게 된다.

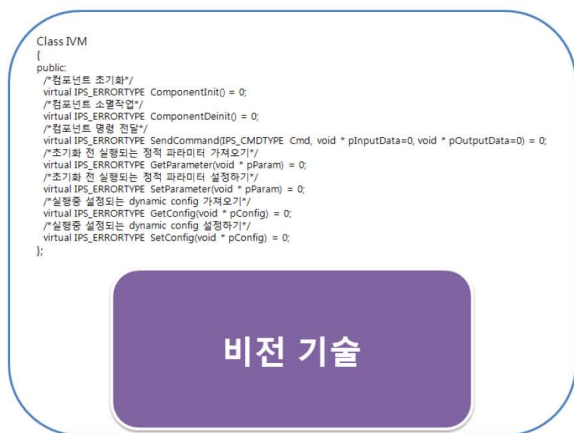


그림 3 모듈 공통 인터페이스와 비전 기술 관계

### 2.4 Module

비전 기술은 모듈 공통 인터페이스로 감싸지며 Module 클래스 내부에서 Worker 스레드로 동작하게 된다. Worker 스레드는 비전 기술

의 초기화/종료, 입출력, 설정, 동작 등의 모듈 공통 인터페이스를 랩핑한 클래스로 비전 기술의 실질적인 구동을 담당한다. Module 클래스는 Worker 스레드를 내부에서 구성시킴과 외부와 통신을 담당한다.

그림 4는 Module의 구조를 나타낸 것으로 비전 기술을 포함하는 Worker 스레드와 외부 통신 스레드의 구조를 보여준다.

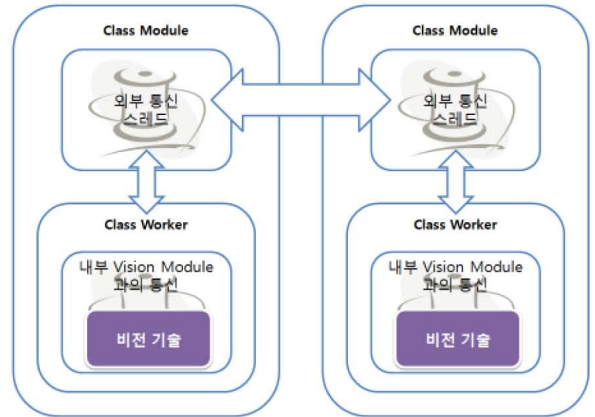


그림 4 Module 클래스 구조

### 2.5 모듈맵

분석 서버 시스템의 각 비전 모듈의 설정, 연결, 배치 등의 정보는 맵 파일로 저장된다. 맵파일은 유지, 관리가 쉽도록 name/value 형태의 쌍으로 구성되어 표현이 단순하면서도 텍스트로 이루어져 가독성이 좋은 JSON 문법을 따라 정의한다.

모듈맵의 각 그룹은 mod 파트와 link 파트로 이루어져 있으며 mod 파트는 그룹을 구성하고 있는 개별 비전 모듈의 이름과 설정값들을 저장한다. link 파트는 두 비전 모듈간의 연결 관계와 네트워크 상에서의 위치를 저장하여 그룹내의 비전 모듈들의 전체 연결을 정의한다.

그림 5은 모듈맵의 한 그룹에 대한 JSON 스크립트 예시로서 mod 파트와 link파트를 보여준다.

```

{
  "group": {
    "mod": {
      "data": {
        "name": "libplgnstream",
        "mod_set": {
          "codeid": 101,
          "width": 360,
          "height": 288,
          "showInWindow": false,
          "showOutWindow": true
        }
      },
      "data": {
        "name": "libplgnimagere restoration",
        "mod_set": {
          "mMaskSize": 5,
          "dSigmaColor": 30,
          "dSigmaSpace": 30,
          "bHistEqual": true,
          "bAutoScale": false,
          "showInWindow": false,
          "showOutWindow": true
        }
      }
    }
  },
  "link": {
    "prev name": "libplgnstream",
    "prev ip": "127.0.0.1",
    "prev port": 9998,
    "next name": "libplgnimagere restoration",
    "next ip": "127.0.0.1",
    "next port": 9998
  },
  "link": {
    "prev name": "libplgnimagere restoration",
    "prev ip": "127.0.0.1",
    "prev port": 9998,
    "next name": "libplgnvideostabilization",
    "next ip": "127.0.0.1",
    "next port": 9998
  },
  "link": {
    "prev name": "libplgnvideostabilization",
    "prev ip": "127.0.0.1",
    "prev port": 9998,
    "next name": "libplgnobjectdetectiontracking",
    "next ip": "127.0.0.1",
    "next port": 9998
  },
  "link": {
    "prev name": "libplgnobjectdetectiontracking",
    "prev ip": "127.0.0.1",
    "prev port": 9998,
    "next name": "libplgneventdetection",
    "next ip": "127.0.0.1",
    "next port": 9998
  }
}
    
```

그림 5 모듈맵 JSON 스크립트 예시

### 2.6 모듈간 데이터 전달

분석 서버 시스템 내에서 비전 모듈간의 데이터 전달은 분산 환경을 고려하여 세가지 모델을 고려해 볼 수 있다.

첫째 모델은 모든 비전 모듈들이 하나의 프로세스에서 구동함으로써 동일한 메모리를 공유할 수 있는 환경이다. 비전 모듈들은 Heap 메모리 영역을 가지고 있으면서 다음 비전 모듈에 데이터 전달을 위해 단순히 Heap 메모리 번지를 넘겨주어 메모리 공유를 가능케 한다.

이 모델은 데이터 전달이 매우 간단한 반면 비전 모듈들이 동일한 프로세스에서 구동해야 하기 때문에 분산 환경 구현에는 부적합한 모델이다.

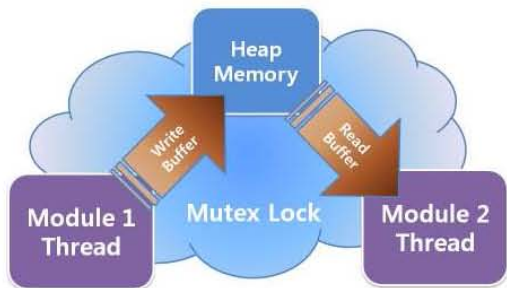


그림 6 Heap 모델

두 번째 모델은 각각의 비전 모듈들이 프로세스로 구동하는 환경에서 데이터 전달을 위해 공유 메모리를 사용하는 것이다. 각 비전 모듈들은 개별 프로세스로 동작하고 있기에 다른 비전 모듈의 메모리 번지를 참조할 수 없게 된다. 따라서 데이터 전달을 위해 OS에서 제공하는 공유 메모리를 사용하게 되는데 이를 공유 메모리라 한다. 공유 메모리를 통한 데이터 전달과 수신시 직렬화를 통하여 개별 데이터의 유효성 검증이 필요하다. 이 모델은 각 비전 모듈이 프로세스로 동작하기 때문에 비전 모듈간의 병렬 처리가 가능해지는 장점이 있으나 공유 메모리를 통한 데이터 전달이 필요하기에 Heap 메모리 모델과 같이 동일한 서버 내에서만 구동이 가능하다는 단점이 있다.

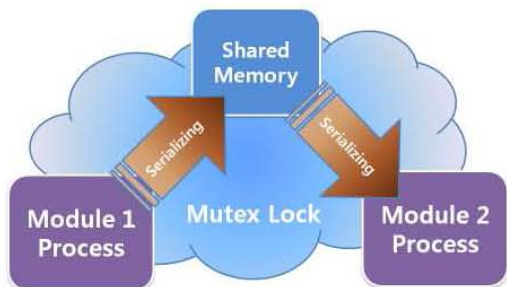


그림 7 공유 메모리 모델

마지막 모델은 소켓을 통한 데이터 전달이다. 이 모델은 각 비전 모듈의 구동 형태와 관계없이 사용 가능하다는 장점이 있다. 또한 네트워크 전송에 기반하기 때문에 분산 환경에 가장 적합한 모델이다. 하지만 구현이 가장 까다롭고 세 모델 중 가장 느린 단점이 있다.

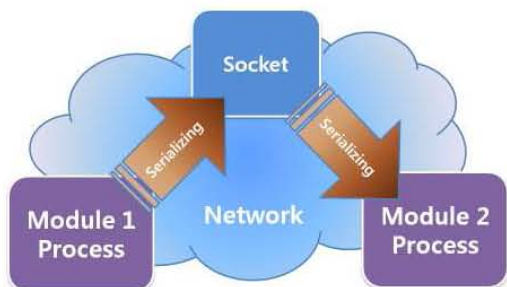


그림 8 Socket 모델

#### 4. 결론 및 향후 연구 방향

비전 기술은 알고리즘에 따라 필요로 하는 메모리와 컴퓨팅 파워가 매우 차이가 난다. 따라서 각 비전 기술을 시스템 상에서 어떻게 배치하여 처리하느냐에 따라 전체 시스템 성능에 영향을 미치게 된다. 본 논문에서는 비전 기술의 공통 모듈화를 통해 각 비전 기술을 전체 시스템 내에 필요에 따라 배치할 수 있도록 하였으며 또한 모듈간의 데이터 전달 모델에 따라 네트워크화를 가능하게 함으로써 네트워크상에서 모듈들을 분산 배치할 수 있는 기반을 마련하였다.

본 논문의 기술은 비전 기술의 분산 동작의 기반을 마련한데 그쳤으나 향후 연구 방향으로 각 비전 기술의 실시간 자원 사용량을 모니터링하여 분산 환경하에서 최적의 모듈 배치를 구현이 필요하다.

#### 감사의 글

본 연구는 지식경제부 및 한국산업기술평가관리원의 산업융합원천기술개발사업의 일환으로 수행하였음. [과제번호:10040218, 치안안전을 위한 CCTV 통합관제센터용 온라인/실시간 지능형 영상분석 및 수요자 맞춤형 검색 시스템 개발]

#### 5. 참고문헌

- [1] 이창우, 김석훈, 분산 환경에서의 침입방지를 위한 통합보안 관리 시스템 설계, 한국컴퓨터정보학회논문지, 2006.
- [2] 김민장, 프로그래머가 몰랐던 멀티코어 CPU 이야기, 한빛미디어, 2010.
- [3] 유동근, 네트워크 멀티스레드 프로그래밍, 정보문화사, 2007.
- [4] <http://www.json.org/>