

# COSMOS에서의 Sub Area 운영 알고리즘에 관한 연구 및 평가

## Study and Evaluation of Sub Area Linkage Algorithm in COSMOS

김상운  
(서울시립대, 석사과정)

이영인  
(서울대학교, 교수)

이철기  
(서울지방경찰청, 교통개선기획실장)

Key Words : COSMOS, Sub Area(제어그룹), CI(중요교차로), 결합/분리 알고리즘

### 목 차

- I. 서 론
- II. COSMOS의 기존 연구 및 현황 분석
- III. Sub Area 운영 알고리즘의 개선
- IV. 현장실험 및 평가
- V. 결론

## I. 서 론

서울시는 날로 심화되는 교통난 해소를 위하여 1990년에 실시한 신호제어시스템(COSMOS)을 개발하였다. 현재는 그 효율성이 입증되어 강남구를 비롯한 서울시의 여러 지역에 설치 운영중에 있다. 그러나 COSMOS의 Sub Area 운영 알고리즘에 몇 가지 문제점이 발생하여 본 연구에서 이를 해결하여 보다 효율적인 알고리즘을 제시하고자 한다.

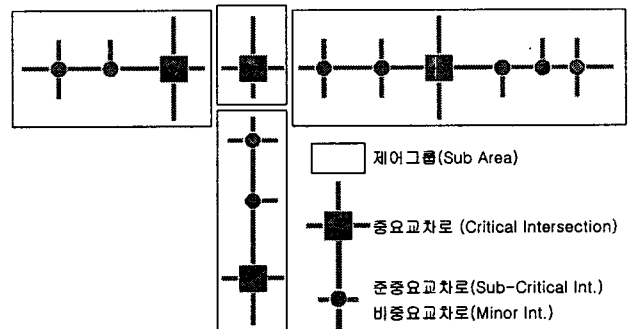
현재 COSMOS의 CI는 한쪽 축 방향의 유입/유출 이동류만 설정되어 있어서, 그 축의 오프셋 패턴만을 계산할 수 있다. 따라서 Sub Area 운영시 SCI 및 MI는 자신의 축 방향과는 무관한 오프셋패턴에 의해 운영되는 경우가 발생한다. 또한 Sub Area 간의 결합/분리시 비교하는 오프셋패턴이 서로 무관한 경우가 발생하여 한쪽 축 방향으로만 결합할 수밖에 없다. 이외에도 Sub Area 간의 결합/분리시 자신에게 결합된 SA와 재결합 하는 문제와 3개 이상의 SA 결합시 연동값에 오류가 발생하는 문제가 발생하였다.

본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위하여 SA내의 교차로 운영 알고리즘과 SA간의 결합/분리 알고리즘을 수정하였다. 먼저 SA내 교차로 운영 알고리즘에서 CI가 1축과 2축의 패턴정보를 생성할 수 있도록 수정하였다. Sub Area내의 교차로들은 CI의 2개 패턴정보 중 자신의 축 방향에 해당하는 패턴정보를 받아 운영되도록 하였다. SA간의 결합/분리 알고리즘은 동서와 남북 2개 축 모두 결합 가능한 알고리즘을 개발하였다. 또한, 여러 개의 그룹 결합시 발생하는 연동값 이상 문제 또한 수정하였다. 본 연구에서 수정된 알고리즘을 운영 소프트웨어에 탑재하고, 안전관리공단의 실내실험 장비를 이용하여 수정 소프트웨어의 안정화 및 적정성을 평가하였다. 또한 강남구 COSMOS 설치 지역중 일부 교차로를 대상으로 현장실험을 수행하여 효율성을 검증하였다.

## II. COSMOS의 기존 연구 및 현황 분석

### 1. COSMOS의 Sub Area 구성

동일 지역내라 하더라도 가로망의 형태나 교통패턴의 변화, 주 교통류 방향등에 따라 교통류의 연동화에 크게 영향을 미친다. 이러한 점들을 고려하여 몇 개의 유사한 교통패턴을 유지하는 교차로를 묶어 그룹화하고 있으며, 이를 Sub Area(제어그룹)의로 정의하고 있다. <그림 1>과 같이 하나의 Sub Area는 반드시 하나의 중요교차로(CI)를 포함하며, 그 이외의 준중요교차로(SCI) 및 비중요교차로(MI)로 이루어진다.



<그림 1> Sub Area 구성

### 2. 교차로유형별 기능

CI는 각 접근로 검지기에서 DS를 산출하여 실시간으로 주기와 split을 계산한다. 또한 한쪽 축 방향의 유입/유출 이동류가 설정되어 있으며, 유입/유출 이동류의 교통량을 비교하여 그 축 방향의 오프셋패턴을 결정한다. SCI와 MI는 CI의 신호주기와 오프셋 패턴에 의해 운영되며, split은 자신의 검지기 및 TOD 테이블 data를 이용하여 산출하게 된다. <표 1>은 교차로 유형별 기능을 요약 정리한 것이다.

<표 1> 교차로유형별 기능

교차로유형	기능
중요교차로 (CI)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 1개 제어그룹 당 1개소</li> <li>○ Sub Area 내에 다른 교차로들을 제어</li> <li>○ 주기와 split을 계산하고 좌회전 감응제어를 수행하는 교차로</li> </ul>
준중요교차로 (SCI)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ CI에서 계산된 주기를 사용</li> <li>○ CI는 아니나 split 계산 및 좌회전 감응제어를 수행하는 교차로</li> </ul>
비중요교차로 (MI)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sub Area의 나머지 교차로</li> <li>○ CI에서 계산된 주기를 사용하며, 사전 계획된 신호시간을 통하여 split 계산</li> <li>○ 좌회전 감응제어 혹은 대기행렬 점지를 수행</li> </ul>

### 3. COSMOS의 Sub Area 관련 알고리즘 현황

옵셋값은 <표 2>와 같이 16개의 입력 data가 존재하며, CI에서 계산된 주기와 옵셋패턴에 따라 변경되게 된다. 옵셋의 변경은 유입/유출 교통량 비를 계산하여 연속적으로 3주기 이상 옵셋 변경이 요구될 때 이루어진다. 다음은 COSMOS에서 옵셋을 선택하는 과정을 나타낸 것이다.

- [step 1] 예측된 다음 주기의 포화도에 포화 교통류율을 계산하여 유입, 유출 방향의 교통량 산출
- [step 2] 유입/유출 교통량 비(IOR : In/Out Volume Ratio) 계산
- [step 3] 예측된 다음주기의 길이와 유입/유출 교통량 비를 통해 옵셋 패턴 선택
- [step 4] 연속적으로 3주기 이상 옵셋 변경이 요구되면 옵셋 변경을 수행

<표 2> 옵셋값 data 예시

구 분	주기 1	주기 2	주기 3	주기 4	주기 5	주기 6
Inbound	10	10	15	20	25	30
Balanced		30	30	30	30	30
Outbound		50	45	40	35	30

옵셋이 선택되면 옵셋의 변경에 따른 전이량 만큼 신호현시들을 줄이거나 늘리는 방식으로 옵셋의 전이가 일어난다. 옵셋 전이를 할 경우 <표 3>에서와 같이 주기감소와 증가의 경우에 대한 한주기 동안의 옵셋 전이량 허용치를 설정하고 있다. 이는 급작스런 주기 변화로 인한 교통혼잡을 방지하기 위한 장치이다. 옵셋 전이의 과정은 다음과 같다.

- [step 1] 최소 녹색시간과 주기의 17%를 비교하여 작은 값은 옵셋 전이 사용시간으로 결정
- [step 2] 기존 옵셋 값과 새로운 옵셋 값의 차를 옵셋 전이량으로 결정
- [step 3] 주기를 늘릴 때의 전이 주기수와 주기를 줄일 때의 전이 주기수를 계산

[step 4] 결정된 주기만큼 늘리거나 줄이면서 현시별 녹색시간을 결정

<표 3> 옵셋전이 허용치

구 분	최대 허용치
주기감소	○ 최대 주기의 17%, (주기 - 최소녹색시간) 중에서 작은 값
주기증가	○ 최대 주기의 33%

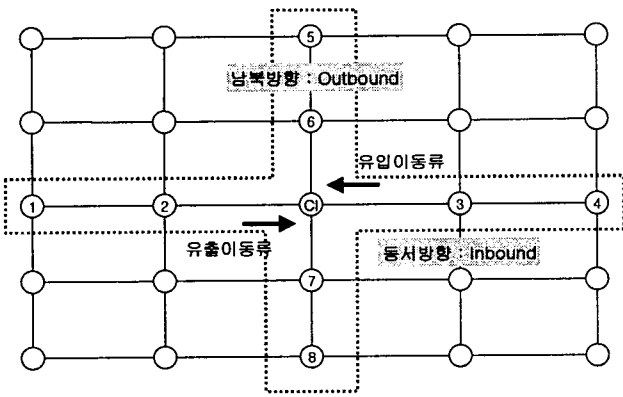
COSMOS에서는 정해진 조건에 따라 SA간의 결합/분리를 결정하며, 결합/분리 수행시의 운영방식은 다음과 같다.

- 결합조건 및 운영방식
  - 조건 1 : 연속적으로 3주기 이상 인접 결합가능 SA와 주기차가 운영자가 지정한 범위(기정값 ±10초) 이내인 경우
  - 조건 2 : 연속적으로 3주기 이상 인접 결합가능 SA와의 옵셋 패턴(유입, 균등, 유출) 인덱스가 같아지는 경우
  - 앞의 2가지 결합 조건을 검토하며, 결합조건 4가지 옵션으로 결정
    - 0 : 결합하지 않음
    - 1 : 조건 1과 조건 2를 모두 만족하는 경우
    - 2 : 조건 1을 만족하고, 연동방향이 같거나 1레벨 차이일 경우 결합
    - 3 : 연동방향이거나 주기차이에 관계없이 무조건 결합
  - 옵셋값이 제공되는 주방향으로 제어그룹 결합
  - 결합 SA의 CI : 신호주기가 가장 큰 SA를 CI로 설정
  - Offset 값 : 결합 Offset 사용
  - SA 결합 후 지속 주기 수
    - SA 결합한 주기로부터 최소 3주기 동안은 분리조건 1이 만족되더라도 결합 지속하며, 분리조건 2가 만족될 경우는 바로 분리됨
- 분리조건 및 운영방식
  - 조건 1 : 연속적으로 3주기 이상 결합된 SA와의 주기차가 운영자 지정범위(기정값 ±10초)를 벗어난 경우
  - 조건 2 : 결합된 SA와 옵셋 패턴(유입, 균등, 유출)의 인덱스가 달라지는 경우
  - 앞의 2가지 조건을 검토하여 결합조건 4가지 옵션상황에 따라 결정
    - 0 : 무조건 분리
    - 1 : 조건 1과 조건 2중에서 하나라도 만족하면 분리
    - 2 : 조건 1을 만족하거나 연동방향이 2레벨 차이일 경우 분리
    - 3 : 분리하지 않음
  - 옵셋 값이 제공되는 주방향으로 SA 분리
  - CI : SA의 해당 CI
  - 옵셋 값 : 양단 교차로는 결합 옵셋을 사용하지 않음

### III. Sub Area 운영 알고리즘의 개선

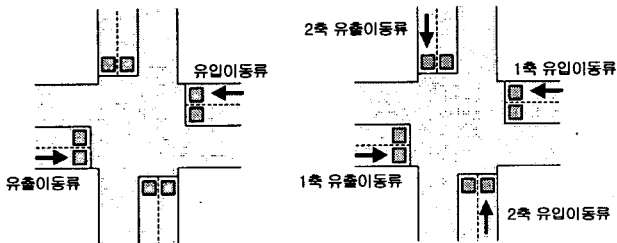
#### 1. Sub Area 내의 운영 알고리즘

현재 알고리즘에서 CI는 한쪽 방향의 읍셋 패턴만을 계산하므로, SA내의 모든 교차로는 그 방향의 읍셋 패턴에 따라 운영되었다. 따라서 SCI 및 MI는 자신의 축 패턴과 무관한 읍셋 패턴으로 운영되는 문제점이 발생하였다. <그림 3>에서 CI는 동서방향의 읍셋 패턴만을 계산한다. 만약 동서방향의 읍셋 패턴이 Inbound이고, 남북 방향의 실제 읍셋 패턴이 Outbound일 경우를 살펴보자. 1~4번 교차로는 자신의 읍셋 패턴에 맞게 운영되지만, 5~8번 교차로는 상황이 Outbound임에도 불구하고 Inbound로 운영되게 된다.



<그림 2> 기존 제어그룹 운영 예시도

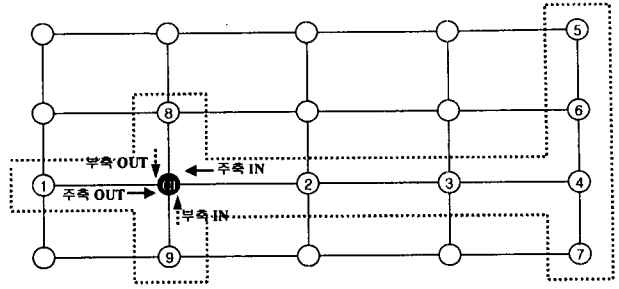
개선된 알고리즘에서는 CI의 축을 두개로 설정하여 각각의 축에 대한 읍셋 패턴을 계산하고, SCI 및 MI는 두 축중 자신이 속한축의 읍셋 패턴 정보로 운영되게 하였다. CI의 개선 내용을 살펴보면, <그림 3>과 같이 한쪽 축의 유입/유출이동류만 설정하던 것을 두개 축 모두에 대해 설정하도록 수정하였다. 각 축은 1축과 2축으로 정의하였으며, 차로당 평균교통량을 비교하여 실시간으로 주축과 부축을 결정하게 된다. 축결정이 완료되면 주축과 부축별로 읍셋 패턴을 계산한다.



[ 기존 중요교차로 ] [ 개선된 중요교차로 ]  
<그림 3> 개선 전·후의 중요교차로(CI) 비교

CI에서 각 축의 읍셋 패턴을 계산하면, SCI 및 MI는 계산된 각 축의 읍셋 패턴중 자신이 속한 축 방향의 읍셋 패턴으로 운영되도록 수정하였다. <그림 4>와 같이 SA가 설정되어 있을 경우, CI의 주축 방향에 위치한 1~4번 교차로는 주축의 읍셋 패턴으로 운영된다. 그러나 CI의 부축 방향에 위치한 8, 9번 교차로의 경우는 부축 방향의 읍셋 패턴으로 운영되도록 하였다.

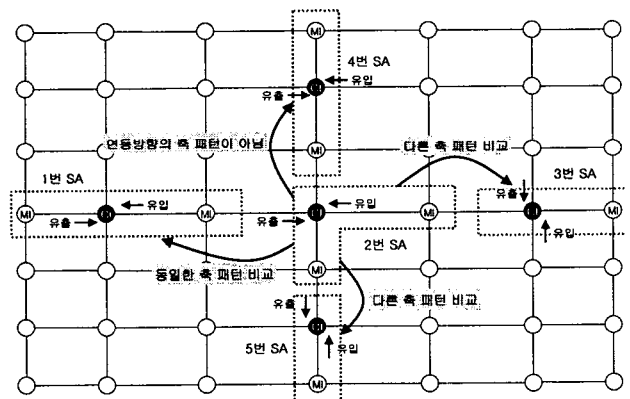
이때 CI의 주축과 부축 중 어느 축에도 속하지 않는 5~7번 교차로는 주축방향의 읍셋 패턴으로 운영되게 하였다.



<그림 4> 개선된 SA 운영 예시도

#### 2. SA 결합/분리 알고리즘

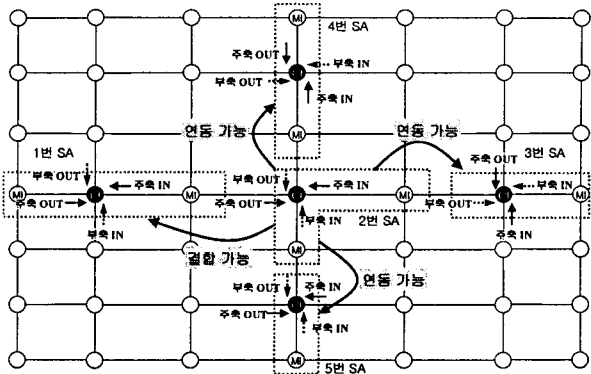
기존의 COSMOS의 S/W는 동서와 남북 축 중 어느 방향으로도 결합/분리를 수행할 수 있다. 그러나 CI의 유입/유출이동류가 한쪽 축 방향으로만 설정되어 있기 때문에 다른 축 방향으로의 결합/분리시 서로 상관없는 읍셋 패턴을 비교하게 된다. 따라서 한쪽 축 방향으로만 결합/분리가 가능하다. <그림 5>에서 2번 SA가 인접 결합 가능한 SA와 결합/분리 조건을 검토할 경우를 예로 살펴보자. 먼저 1번 SA와 결합/분리 검토할 경우 SA간의 연동방향은 동서이고, 각 SA에서 계산된 읍셋 패턴도 동서방향의 패턴이므로 아무런 문제가 없다. 그러나 나머지 3, 4, 5번 SA와 결합/분리를 검토할 경우에는 SA간의 연동축 방향과 무관한 방향의 읍셋 패턴을 비교하게 되므로 불합리한 결합이 발생하게 된다.



<그림 5> 현재 결합/분리시 읍셋 패턴 비교 문제점

개선된 결합/분리 알고리즘에서는 CI의 주축과 부축 읍셋 패턴을 계산하므로, 이를 이용하여 SA간의 읍셋 패턴 비교시 연동가능한 축방향의 읍셋 패턴을 비교하도록 하였다. 또한 결합되는 SA간의 주축과 부축 상황에 따라 '결합' 또는 '연동'의 방식으로 운영되게 하였다. 만약 결합대상 SA가 결합결정 SA의 주축 상에 존재하고, 결합결정 SA 또한 결합대상 SA의 주축 상에 존재할 경우 '결합가능' 상황이 된다. 이때 SA가 결합되면 이를 '결합'이라고 정의하였다. 그러나 결합가능 SA가 결합결정 SA의 주축 상에 존재하지 않거나, 결합결정 SA가 결합가능 SA의 주축 상에 존재하지 않을 경우 '연동가능' 상황이 된다. 이때의 SA 결합을 '연동'이라고 정의 하였다.

다. <그림 6>에서 2번 SA가 인접 SA와 결합/분리 조건을 검토할 경우 1번 SA만이 '결합가능' 상황이며, 나머지 SA들은 모두 '연동가능' 상황이 된다.



<그림 6> 수정된 결합/분리 알고리즘 예시도

개선된 CI가 주축과 부축의 읍셋 패턴을 계산하므로, 각 SA 간에 결합조건을 검토하는 경우 비교되는 읍셋 패턴은 연동측 방향에 맞는 읍셋 패턴을 비교하여야 한다. <표 4>는 <그림 8>에서 2번 SA가 인접 SA와 결합/분리 조건을 검토할 경우, 자신과 인접 SA가 서로 비교하는 축의 읍셋 패턴이다. 2번 SA가 3번 SA와 결합/분리 조건을 검토할 경우, 자신의 주축(동서) 읍셋패턴과 3번 SA의 부축(동서) 읍셋패턴을 비교하여 결정하는 것이다.

<표 4> 2번 SA와 인접 SA간의 패턴 비교축

인접 SA	위 치	주축	패턴비교축	2번 SA의 패턴비교축	비 고
1번	2번 SA의 주축방향	동서	주축(동서)	주축(동서)	결합가능
3번		남북	부축(동서)	주축(동서)	연동가능
4번	2번 SA의 부축방향	남북	주축(남북)	부축(남북)	연동가능
5번		동서	부축(남북)	부축(남북)	연동가능

인접 SA와 읍셋패턴을 비교하여 '결합가능' 상황에서 결합이 결정되면 '결합'으로 운영되며, '연동가능' 상황에서 결합이 결정되면 '연동'으로 운영된다. '결합'과 '연동'의 운영방식은 약간의 차이가 있다. 먼저 '결합' 상황이 되면 결합을 결정한 SA는 분리전까지 다른 SA와 '결합' 및 '연동' 검토를 수행하지 않는다. 그러나 '연동' 상황에서 연동을 결정한 SA가 3주기 Transition을 마치면 '결합' 상황을 만족하는 다른 SA가 있을 경우에 한해 '연동'을 해제하고 그 SA와 '결합'을 수행하게 된다. <그림 11>에서 2번 SA가 인접 결합가능 SA와 '결합' 및 '연동'을 수행할 때의 운영 방식은 다음과 같다.

- 2번 SA가 1번 SA와 '결합'할 때의 운영
  - 운영 주기 : 1번 SA의 운영 주기
  - 주축 및 부축 읍셋 패턴
    - 주축의 읍셋 패턴(동서) : 1번 SA의 주축 읍셋 패턴(동서)
    - 부축의 읍셋 패턴(남북) : 2번 SA 자신의 부축 읍셋 패턴

- 결합 읍셋값으로의 3주기 동안 읍셋 전이 수행
- 분리전까지 다른 SA와 '결합' 및 '연동' 검토를 하지 않음

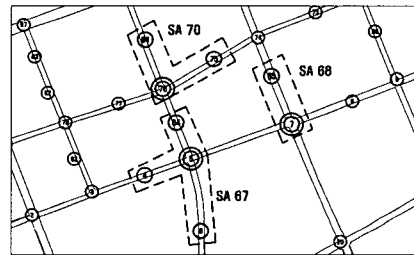
- 2번 SA가 5번 SA와 '연동'할 때의 운영
  - 운영 주기 : 5번 SA의 운영 주기
  - 주축 및 부축 Offset 패턴
    - 주축의 읍셋 패턴(동서) : 2번 그룹 자신의 주축 읍셋패턴
    - 부축의 읍셋 패턴(남북) : 5번 SA의 부축 읍셋 패턴(남북)
  - 결합 읍셋값으로의 3주기 동안 읍셋 전이 수행
  - 3주기 읍셋 전이 완료 후 '결합가능'한 1번 SA와 결합조건 검토
  - 1번 SA와 결합이 가능할 경우 결합을 수행하며, 5번 SA와는 '연동'이 해제됨
  - 1번 SA와 결합 조건이 충족되지 않으면 5번 SA와 분리조건 검토

#### IV. 현장실험 및 평가

본 연구에서 수정한 알고리즘의 적용을 위해 COSMOS의 S/W 탑재하였다. 수정된 S/W는 도로교통안전관리공단의 실내실험장비를 이용하여 S/W 수정·보완을 수행하였다. 그 후 현장에서의 기능성 평가와 효율성평가를 실시하였다.

##### 1. 기능성 평가

<그림 7>과 같이 도곡동 사무소를 중심으로 한 9개 교차로를 기능성 평가 대상지로 선정하였다. 총 3개의 SA를 설정하여 동서측과 남북측으로의 결합/분리를 상황을 분석하였다.



<그림 7> 현장 실험 대상지

<그림 8>, <그림 9>, <그림 10>은 각 SA의 결합/분리 설정 테이블의 입력 DB이다. 본 실험은 기능성평가를 주 목적으로 하므로, 결합가능한 주기편차를 20초로 설정하였다. 67번 SA는 68번 및 70번 SA와 결합이 가능하며, 68번 SA와 70번 SA는 각각 67번 SA와 결합이 가능하도록 설정하였다.

제어단위 결합/분리 설정										
대상	그룹	주축	부축	교차로	주축	부축	교차로	주축	부축	교차로
68	7	5	-40	10	10	1	3	3	20	0
70	76	64	10	10	-50	1	3	3	20	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

<그림 8> 67번 SA 제어단위 결합/분리 설정 DB

제어단위 결합/분리 설정													
대상	그룹	차로	부교차	주교차	우입	우출	좌입	좌출	지속	주기	면치	결합속	대상속
67	5	7	40	-10	-10	1	3	3	20	0	0		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

<그림 9> 68번 SA 제어단위 결합/분리 설정 DB

제어단위 결합/분리 설정													
대상	그룹	차로	부교차	주교차	우입	우출	좌입	좌출	지속	주기	면치	결합속	대상속
67	64	76	-10	-10	50	1	3	3	20	0	1		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

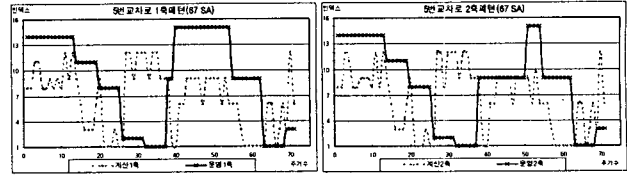
<그림 10> 70번 SA 제어단위 결합/분리 설정 DB

<표 5>는 각 SA에 속한 CI 및 MI의 측관련 입력 DB를 나타낸 것이다. 이는 CI의 1축 및 2축 설정 정보와 MI의 CI 소속 축의 입력 정보이다. MI의 CI 소속축이란, CI의 1·2축 읍셋 패턴중 MI가 따라야할 축을 의미한다. 이외에도 주기레벨과 읍셋값, split data, 주현시 등의 입력DB가 있으나 분량이 많아 생략한다.

<표 5> 각 SA의 측 관련 입력 DB

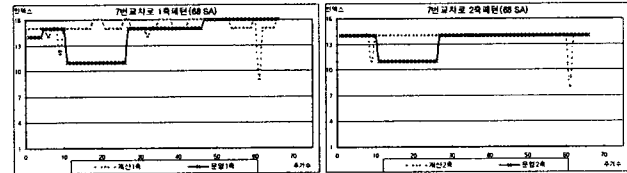
67번 SA					
구분	유입이동류	5번(CI)	MI의 CI 소속축		
			4번	6번	64번
1축	유입이동류	동	○		
	유출이동류	서			
2축	유입이동류	남		○	○
	유출이동류	북			
68번 SA					
구분	유입이동류	7번(CI)	65번(MI)		
			4번	6번	64번
1축	유입이동류	동			
	유출이동류	서			
2축	유입이동류	남		○	○
	유출이동류	북			
70번 SA					
구분	유입이동류	76번(CI)	75번(MI)	84번(MI)	
				4번	6번
1축	유입이동류	동		○	
	유출이동류	서			
2축	유입이동류	남	○		
	유출이동류	북			

가능성평가는 교통상황에 따른 각 축의 읍셋패턴 변화와 결합/분리시 읍셋값이 정확한지를 평가하였으며, 그 내용은 다음과 같다. 먼저 각 SA내 CI의 운영패턴을 살펴보면 다음 그림과 같다. 운영패턴에서 계산 1축은 1축의 요구패턴이며, 운영 1축은 CI가 실제로 운영중인 패턴을 나타낸다. <그림 11>에서 5번교차로의 제이기 문제로 인하여 계산 1·2축의 인덱스가 3회에 걸쳐 '1'값으로 떨어지는 현상이 발생하였다. 67번 SA는 초기 70번 SA와 결합하여 12주기까지 유지하였고, 40~50주기에 68번 SA와 결합하여 운영되었다.



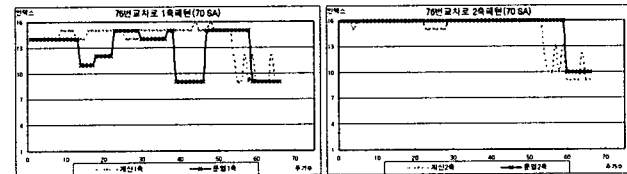
<그림 11> 5번 CI의 1축 및 2축 운영패턴(SA 67)

<그림 12>의 68번 SA는 10~25주기경에 TOD로 운영되어 계산축과 운영축이 달라졌으며, 다른 SA와 결합하지 않았다.



<그림 12> 7번 CI의 1축 및 2축 운영패턴(SA 68)

<그림 13>의 70번 SA는 11~17주기동안 67번 SA와 결합하였으며, 39~46주기에 67번 SA와 결합하여 운영되었다.



<그림 13> 76번 CI의 1축 및 2축 운영패턴(SA 70)

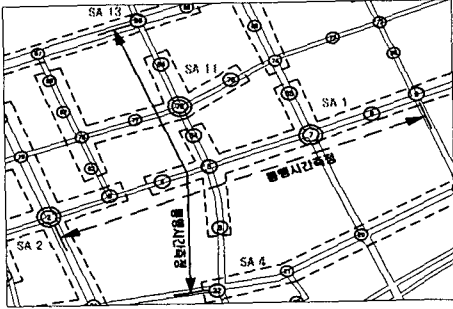
<표 6>은 3개 SA가 결합되어 운영되었을 때의 상황이다. 67번과 70번 SA는 주축과 부축의 운영 인덱스가 서로 다른 주기레벨의 것을 사용하고 있다. 이는 S/W의 부축 인덱스 결정 부분에 문제가 있어 발생하였으며, 수정·보완 하였다. 적용읍셋값은 각 SA들이 운영되어야할 읍셋값으로, 실제 운영읍셋값이 이 값과 동일함을 볼 수 있다.

<표 6> 70번→67번→68번 SA로 결합할 경우 전체 운영상황

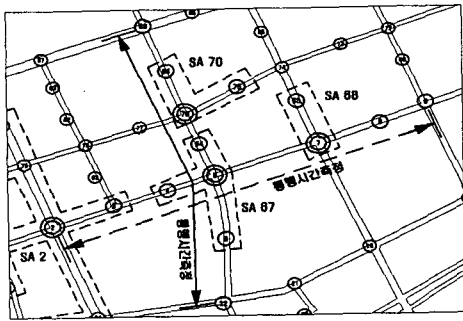
70번 SA(67번 SA와 결합)					
구분	소속축	적용읍셋값	운영주기	운영인덱스	운영읍셋값
75번	2축(동서)	36	159	16	37
76번	CI	134	159	9	135
84번	1축(남북)	98	159	9	99
67번 SA(68번 SA와 결합)					
구분	소속축	적용읍셋값	운영주기	운영인덱스	운영읍셋값
4번	1축(동서)	83	160	15	83
5번	CI	60	159	15	61
6번	2축(남북)	144	160	9	144
64번	2축(남북)	4	159	9	5
68번 SA(SINGLE 상태, 주축 : 2축, 1축 인덱스 : 15)					
구분	소속축	적용읍셋값	운영주기	운영인덱스	운영읍셋값
7번	CI	54	160	14	52
65번	2축(남북)	44	159	14	45

## 2. 효율성평가

효율성 평가는 probe 차량을 이용하여, 동서측인 도곡동길 일부구간과 남북측인 논현로 일부구간의 개선 전·후 통행시간을 측정하였다. 이와 함께 center에서의 상황 모니터링 및 로그파일을 분석하였으며, 분석 MOE는 통과교통량과 대기길이다. 개선 전·후의 실험네트워크는 <그림 14>, <그림 15>와 같다.



<그림 14> 기존방식의 실험 네트워크



<그림 15> 개선방식의 실험 네트워크

효율성 평가는 교차로 운영성과 구간 운영성으로 나누어 분석하였다. 교차로 운영성은 <표 7>, <표 8>과 같이 전체 교차로 통과교통량 및 대기길이를 이용하여 분석하였다. 분석 결과 개선방식이 기존방식의 경우보다 통과교통량이 증가하였으며, 대기길이기도 증가하였다.

<표 7> 교차로별 차로당 통과교통량(2시간)

구분	5번 CI			7번 CI			76번 CI		
	기존	개선	증감	기존	개선	증감	기존	개선	증감
북→남	531	529	-2	561	616	+60	656	639	-17
남→북	860	876	+16	1442	1382	+55	1043	1162	+119
동→서	707	733	+26	517	581	+64	400	452	+52
서→동	496	471	-25	405	418	+13	414	431	+17

<표 8> 교차로별 평균대기길이

구분	5번 CI			7번 CI			76번 CI		
	기존	개선	증감	기존	개선	증감	기존	개선	증감
북쪽접근로	-	-	-	191	238	+47	117	-	-
남쪽접근로	-	-	-	589	578	-11	117	123	+5
동쪽접근로	-	-	-	100	97	-3	-	-	-
서쪽접근로	141	98	-43	273	274	+1	209	217	+8

구간 운영성과 분석 결과 <표 9>과 같이 동서측 방향에서 기존방식과 개선방식의 평균통행속도는 별다른 차이가 없었다. 그러나 남북측의 경우는 제어그룹의 지속적인 결합유지로 평균통행속도의 향상을 가져왔다.

<표 9> 동서측 및 남북측 구간의 평균통행속도(km/h)

구분	북 → 남	남 → 북	동 → 서	서 → 동
기존	23.81	18.73	21.19	30.37
개선	29.54	22.64	23.95	28.10
증감	+5.73	+3.91	+2.76	-2.27

## V. 결 론

본 연구에서는 기존의 SA 운영알고리즘의 문제점을 개선하였다. CI가 2개 축 모두의 읍셋 패턴을 계산하도록 하여, SA내 교차로 운영시 SCI와 MI가 자신의 축 패턴 정보로 운영되도록 하였다. SA 결합/분리시 SA간에 읍셋 패턴 또한 서로 연관성이 있는 패턴을 비교하도록 하였다. 이로써 기존의 한쪽 축 방향으로 SA 운영 및 결합/분리가 이루어지던 것을 동서와 남북 어떠한 축으로도 결합/분리가 가능토록 하였다. 현장실험 결과 개선된 알고리즘과 기존 알고리즘에서의 대기길이는 별 차이가 없었다. 그러나 개선된 알고리즘에서의 통과교통량 및 구간 통행속도가 증가되어 더 효율적인 것으로 분석되었다. 또한 개선된 알고리즘으로 다수의 SA가 결합할 수 있으므로 네트워크상의 종축과 횡축 방향으로의 보다 효율적인 운영이 가능할 것으로 예상된다.

## 참고문헌

1. 서울특별시, "교통신호제어시스템 기술개발", 1991년~1993년
2. 서울지방경찰청, 도로교통안전협회, "신 전자교통신호시스템 개발 현장종합실험", 1995
3. 서울지방경찰청, "신신호시스템 평가 및 기능개선 연구", 1999
4. 서울지방경찰청, "2000년 신신호시스템 기능개선 연구", 2001
5. 서울지방경찰청, "2001년 실시간 신호제어시스템 기능개선 용역", 2002
6. 한동희, "尖端 信號시스템의 信號制御戰略 평가를 위한 微視的 시뮬레이터의 開發", 서울시립대학교 석사학위 논문 2002
7. AKCELIK, R., BESLEY M., CHUNG, E., "An evaluation of SCATS Master Isolated control", 1998
8. "http://www.dot.state.mn.us/guidestar/pdf/auscirep.pdf"
9. "Traffic Control System Handbook", 1996