

現代戰과 戰術通信網

李相哲*, 鄭允燦**

(正 會 員)

大田機械廠 通信體系研究室
責任研究員*, 先任研究員**

요 약

現代戰에서 요구되는 戰術通信網의 一般的인 요구 조건을 提示하고 外國의 戰術通信網 개발 실태와 特徵에 대하여 언급하였다.

戰術通信網 설계시의 필수 고려 요소인 加入者의 移動과 通信網의 형태 변화에 실시간으로 自動, 適應할 수 있는 固有番號方式 운용개념, 수신 加入者 位置把握方法, 추론 固有番號 할당, 最適通話路 자동 산출 및 통화로 형성 프로토콜에 대하여 世界的인 발전 추세에 立脚하여 시스템 구성 기술을 提示하였다.

I. 序 論

확대된 戰場과 통합 戰鬪개념이 요구되는 現代戰에서 指揮官이 적시에 軍자원을 적절히 指揮 統制하기 위해서는 신뢰성과 生存性이 있는 戰術通信의 역할이 필수적이라고 할 수 있다.

軍用 戰術通信은 商用 通信과 달리 根本적으로 敵의 場理的, 電子의 공격에도 生存하여 我軍의 指揮, 統制가 필요한 바로 그 時點에서 계속 운용되어야 하며 그러한 운용측면에서 불때 작전에 입각한 신속한 機動性과 배치/철거의 용이성이 중요한 요소가 된다. 또한 戰術通信網은 그 형태(topology)가 작전 시나리오에 따라 달라지므로 通信網의 고정관념에서 벗어난 융통성 있는 動的(dynamic) 通信網의 형태를 갖추어야 한다. 加入者의 측면에서 불때 位置가 항상 변하는 前方 戰術部隊 加入者에게도 항시 網을 통한 지속적인 通信提供을 가능케 하는 것도 필수적인 요구사항이다.

이와 같이 戰術通信體系에서 필수적으로 요구되어

지는 시스템 운용특성, 기능, 성능 및 통화 종류들을 요약하면 그림 1 과 같다.

재래식의 나뭇가지(tree)형의 점대점(point to point) 방식 網 형태로는 그림 1 과 같은 現代戰의 通信網 요구조건을 만족시킬 수가 없다.

Tree형 通信網은 일부 간선 파괴시 상하위 제대간의 통신이 완전 두절되며 지휘소와 통신소가 일치하여 항상 敵의 공격 목표가 되기 쉽다. 또 일부 간선이나 통신소가 파괴될 때 송통신망의 성능이 일시적으로 저하된다. 더구나 지휘체계와 통신체계가 일치하여 부대의 移動時 통신망이 동시에 移動하여야 하기 때문에 기동성이 취약하다. 그러나 이러한 단점을 해결한 通信網 형태가 격자형 지역 통신망이다. 격자형의 網 형태는 상황에 따라 適應式 우회 경로를 提供하므로 생존성이 높고, 지휘소와 통신소가

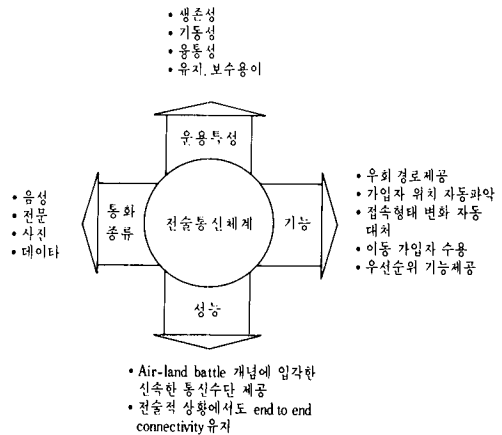


그림 1. 전술 통신망 요구 조건

분리되어 敵의 물리적 공격에 대응할 수 있으며 移動中인 加入者들도 인접 노드에 자동 가입되면 통신망 가입이 完了되므로 기동성이 우수하고, 敵의 공격으로 인한 극한 상황까지 통신망 성능이 점진적으로 저하되는 長點이 있다.

그러므로 戰術通信體系의 기본형태는 격자화된 간선 통신망과 유/무선 加入者의 신속한 통신망 加入이 보장되는 그림 2 와 같은 시스템으로 實現되어야 한다. 그림 2 의 상층 간선 통신망은 각 노드간의 간선을 격자형으로 구성하는 特徵을 가지며 이러한 topology 개념은 미국과 NATO 加盟國들이 開發한 戰術通信網에서 채택되고 또 開發完了되어 우수한 生存性이 立證되었다.

중간층은 指揮體系에 입각한 지휘망을 나타낸다. 그러나 실제로 이 지휘망은 간선 통신망을 통하여 이루어진다. 즉 中間層은 概念的인 지휘망을 나타내고 실제의 指揮 통로는 上層의 간선망 最短 경로를 통하여 이루어진다. 通信이 필요한 모든 部隊들은 제일 가까운 노드에 접속만 되면 指揮系統에 필요한 어떤 서비스도 받을 수 있다. 이 方法은 점대점方式인 재래식 통신망의 短點인 指揮所와 通信所가 一致하여 적의 공격에 脆弱한 면을 해결해 주며, 가까운 노드에 신속히 加入할 수 있기 때문에 기동성을 증대시켜 준다.

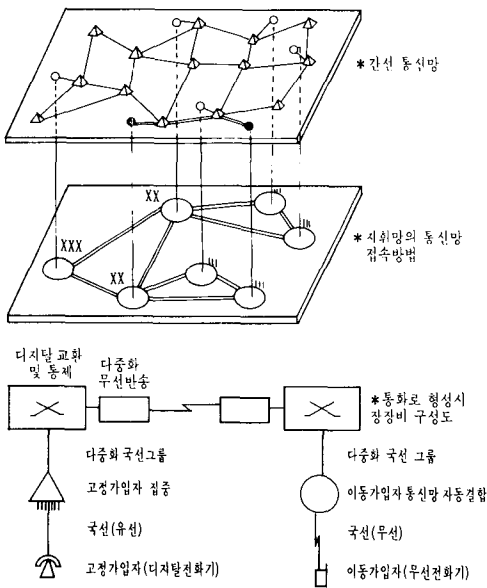


그림 2. 전술 통신망 기본 구성도

하층은 통신망을 통하여 송·수신 加入者간의 end to end connectivity를 유지시켜 주는 通話路의 구성 장비이다. 기능적으로 5 가지로 分類하면 고정 및 이동 加入者用 단말(고정 전화기, 무선전화기), 유/무선 加入者들을 다중시켜 통신망에 結合시켜 주는 고정加入者 집중 裝備와 移動無線結合裝備, 通信領域 확보(area coverage)와 檀덤 교환에 필요한 노드 교환기, 통신망 管理/統制에 필요한 통제기 및 간선을 구성하는 무선 다중 전송 장비이다.

II. 外國의 戰術通信體系 開發實態와 特徵

1960년대 미국, 영국, 캐나다, 오스트레일리아 등은 現代戰의 作戰要求를 충족시키고 各國 시스템간의 相互 운용성이 만족되는 새로운 戰術通信體系의 공동개발을 위하여 MALLARD 프로젝트를 共同計劃하였다. 그러나 이 計劃은 여러 어려움으로 취소되고 1970년대초 各國은 自國 고유의 獨自開發에 착수하였다. 미국의 TRI-TAC, 영국의 PTARMIGAN, 프랑스의 RITA 및 독일의 AUTOKO 계획 등이다. 1980년대 초반 영국과 프랑스가 시스템 開發에 成功하여 夜戰 配置시켰으나 미국은 80년대 초반 Air-Land Battle 2000으로 軍 작전요구가 변경되어 通信體系 軍要求事項 수정이 불가피했으며 곧 MSE 계획으로 변경되었다. 이와 동시에 미국은 開發期間을 단축하고 또 경제성이 만족된다면 外國의 우수한 既 개발장비를 구매하여 시스템을 구성하고 바로 양산 체계로 들어갈 수 있도록 NDI(non-developmental item) 개념을 시도했으며 최종적으로 프랑스의 RITA 시스템 장비를 主 NDI 품목으로 하여 88년부터 量産 및 配置에 들어갈 예정이다.

既 개발완료된 各國 시스템들의 共通的인 특징은 加入者가 통신망 狀況을 모르더라도 제일 가까운 노드에 加入만 되면 모든 通話 서비스를 받을 수 있다. 또 通話 요청시의 通話로는 固定 通話路 방식이 아니고 통화 요청때 마다 상대 加入者의 位置와 거기에 도달하기 위한 最適 通話路가 실시간으로 자동 선정된다. 이러한 特徵을 갖는 시스템은 통신망 加入者가 어떤 노드에 접속되더라도 자기 固有番號를 갖는 推論固有 전화번호 시스템이며 다음과 같은 몇 가지 長點을 가지고 있다.

- 加入者가 어느 곳으로 移動하여 어떤 노드에 접속되더라도 호출시 自動으로 상대방 加入者의 접속 노드가 찾아진다.
- 各 노드에는 오직 局部(자기 노드) 加入者 전화번호

호만 보유한다.

- 通話路는 항상 最短거리, 最小부하인 通화로를 동적으로 선택한다.
- 수신 加入者를 찾는 일과 最適 通話路 選定은 每通화 요청마다 自動으로 동시에 수행된다.
- 수신 加入者까지 1 개 노선이라도 連結狀態만 유지되면 신속한 通話路를 제공한다. 즉 生存性과 신뢰성이 높다.
- 통신망 연결도의 추적이나 움직이는 加入者의 位置 파악이 항상 自動으로 자체 統制되는 시스템이므로 통신망 形態의 변화가 심하고 加入者의 기동성이 요구되는 戰術通信網에서 시스템 統制要求가 줄어들 시스템 統制者의 手動式 역할은 크게 줄어 준다.

Ⅲ. 體系構成技術

軍事用 目的의 기동성 있는 戰術通信網은 一般 민수용 通信網에 비하여 크게 2 가지의 特徵的인 運用 개념을 필요로 한다. 이 特徵은 시스템이 加入者의 移動에 適應해야 하고 通信網 끝의 변화에 自動 대처해야 한다는 점이다. 즉 시스템 接近方式 自體가 戰術狀況에 따라 加入者의 접속 위치가 유동적이며 網의 形態가 설치, 철거, 파괴, 전파 방해로 인하여 수시로 변화한다는 큰 前提下에 이루어져야 한다.

이와 같은 전제하에서는 첫째로, 송신요구자의 입장에서 상대방의 접속 노드를 모르는 상황에서 통화가 이루어져야 하고 둘째로, 이때 민수용의 전화번호부와 같은 것이 存在할 수 없으므로 지역 개념과 無關하고 항상 변화하지 않는 고유번호가 각 加入者에게 부여되어야 하고 셋째로, 通信網 形態에 適應되는 實時間 最適 通話路가 每通화 요청마다 산출되어야 하고 넷째로, 이를 근거로 通信網 구성 장비간의 通話路 形成을 위한 프로토콜이 定立되어야 한다.

1. 固有番號方式 受信加入者 位置把握

加入者의 移動이 빈번한 狀況에서 민수용과 같은 地域番號式 方法을 이용한다면 통화를 요청하는 加入者가 일일이 상대방의 접속 노드를 알 수가 없으므로 戰術通信網에서는 번호체계 自體가 다른 방식으로 접근되어야 한다.

戰術的인 狀況에서 번호 체계를 유지하기 위하여 開發된 方法이 固有番號式 方法이다. 이 방식은 論理的(logical) addressing으로 볼 수 있으며 통화를 요청하는 加入者는 상대 통화자의 物理的(physical)

인 접속점을 알 필요가 없이 상대방의 고유 번호만 기억함으로써 통화요청을 할 수 있다. 즉 그림 3에서와 같이 A 加入者가 D 加入者에게 통화를 요청할 경우 A 加入者는 D 加入者의 고유 번호만을 언급하면 된다. 이때 D 加入者의 접속 노드나 접속 CH 번호를 알 필요가 없다. 이 방식은 이미 先進國 戰術通信體系에서 채택되어 실현/운영되고 있는 방식이다.

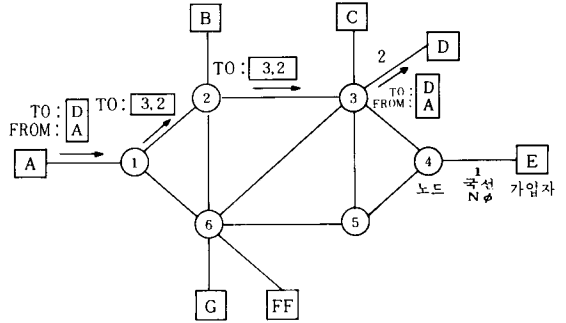


그림 3. 고유번호 방식 addressing 운용개념

그러나 이 방식은 그림에서와 같이 각 노드에서의 역할을 증대시킨다. 그 理由는 A 加入者의 시그널을 받은 1 번 노드는 D 加入者의 physical address를 알아야 한다. 즉 모든 노드에서는 통화요청 당한(수신) 加入者의 logical address를 physical address로 변환할 수 있는 能力이 있어야 한다. 곧 physical addressing 方法에서는 통화요청을 하는 사람이 상대방 加入者의 位置를 알아야 하나 logical addressing 方法에서는 각 노드가 이 能力을 가져야 한다.

各 노드가 logical/physical 변환 能力을 가진다는 것은 어떤 방식으로든지 加入者의 접속 狀況 정보가 통신망의 内部 데이터 처리 기능으로 自動 수행되어, 各 노드는 모든 상대방의 位置를 알 수 있는 方法이 해결되어야 한다. 이 개념은 戰術通信網의 S/W 特徵을 결정짓는 첫번째 전환점이다.

2. 受信 加入者 位置 데이터 確保方法

(logical to physical address conversion)

各 노드에서 加入者 位置에 관한 데이터를 보유하는 方法에 따라, 加入者가 신규로 加入時에 이 가입을 허락한 노드는 가입 狀況情報를 모든 노드에 廣播하는 方法과 통화요청이 있을 때마다 물결이 퍼져나가듯이 수신 가입자 위치 확인용 flood 정보를 퍼

뜨리고 난 후, 수신 가입자 소속 노드로부터 응답을 받아서 상대방 가입자의 소속 노드를 아는 방법이 있을 수 있다.

가입시 방송식 방법은 모든 노드가 공통적으로 전체 通信網의 노드별 가입자 목록을 보관하게 된다. 이 노드별 가입자 목록은 노드가 다이얼링 정보를 받으면 수신 가입자 소속 노드를 찾아내는 logical to physical conversion 테이블이 된다. 그러나 이 방법은 가입자 리스트용 메모리 용량이 각 노드마다 過多하게 소요되고 노드가 敵에게 포획당했을 때 보안성 문제가 따른다.

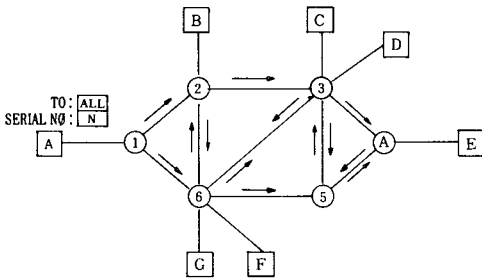


그림 4. Flood 메시지 방송

두번째 방법인 통화요구시 위치把握 방법은 外國 戰術通信體系에서 채택하고 있는 방법으로써 각 노드는 자기 노드 소속 가입자 목록만 보유하고 있다. 만약 통화요청이 발생한(calling) 노드는 그림 4 처럼 수신 가입자 소속 노드 확인용 메시지를 모든 노드에 전파한다. 이때 이 flood 메시지를 받은 수신 가입자 소속 노드는 수신 가입자 소속 노드 번호(자기 노드 no)를 응답(ack) 메시지로 만들어 flood를 방출한 노드로 보낸다. 이 방식은 각 노드가 보유해야 할 가입자 리스트량이 줄어든 반면에 每 통화가 요청될 때마다 수신 가입자 소속 노드 확인 메시지가 發生함으로 공통신호방식(common channel signalling) 회선의 부하가 증가된다.

통화요청이 發生할 때마다 위치 파악용 flood 메시지를 모든 노드에 전파하는 방법은 공통신호방식 회선의 부하와 밀접한 關係가 있으므로 精량적 분석이 필요하다. 通信網의 전체 노드 수가 N개, 노드당 평균 간선 접속수가 C개, 전파용 메시지 길이 b bits, 각 노드의 방송 요구 평균 주기가 t초인 경우 flood

式 전파 방식에서는 메시지가 들어오는 노드로는 메시지를 내보내지 않기 때문에 한번의 전파 요청이 요구되는 전체 통과 간선수는 CN-N+1이다.

이때

- 전체 통과 간선수/flood = $CN - N + 1$
 $= (C - 1)N + 1$

- 각 간선의 평균 시그널 부하 = $\frac{b((C-1)N+1)}{C \cdot t}$

3. 推論 固有番號 割當方法

고유번호 방식의 개념에서 볼 때 통화를 요청하는 가입자가 모든 상대방의 고유번호를 모두 기억해야 함으로 불편하다. 이것을 해결하기 위해서 추론이 가능하게 고유번호를 할당한 방법이 추론 고유번호 방식이다. 특히 軍用 通信網에서는 군대의 모든 제대 및 임무를 고려하고 指揮體系에 입각한 상태에서 할당하며, 유럽에서는 各國의 通信體系마다 조금은 차이가 있으나 보통 EURO-COM 표준으로서 NATO 식 할당 방식을 따른다.

그림 5는 NATO에서 채택하고 있는 방식으로 7자의 숫자로 모든 번호를 만든다. 할당 방법은 보통 각 加入者를 4가지의 종류로 분류한다.

첫째, 加入者의 상위 제대의 레벨(level)

둘째, 加入者의 제대의 형태(type)

셋째, 加入者의 소속 제대(which)

네째, 加入者의 임무, 직책(who)

에 따라 各 固有番號와 指揮體系에 소속된 加入者가 일대일 대응되어 번호가 할당되며 번호로부터 加入

	1st LEVEL	2nd TYPE	3rd WHICH	4th WHICH	5th WHO	6th WHO	7th
군단상위제대	(1)	(N)	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)
군단레벨	(2)	(N)	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)
사단레벨	(3)	(N)	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)
사단이하	(4)	(N)	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)
주력부대	(5)	(N)	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)
기타소규모부대	(6)	(N)	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)
	(7)	(N)	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)

"N" = Digit 2 - Digit 9
"X" = Digit 0 - Digit 9

그림 5. NATO식 추론 고유번호 구조

者의 제대, 직책 등이 추론 가능하다.

4. 最適通話路 자동산출

그림 6에서 처럼 통화 요청시마다 항상 그狀況에 맞는 最適의 通話路를 찾아서 加入者에게 提供해 주기 위해서는 간선 통화를 요구하는 加入者에게 중간 노드(hopping node)를 最適으로 계산하여 목적지 노드에 도달하는 사슬(chain)을 만드는 과정은 중요한 문제이다. 最適 통화로를 구성하기 위한 다음 노드 決定方式은 中央集中式 方法과 分散式 方法으로 나눌 수 있다.

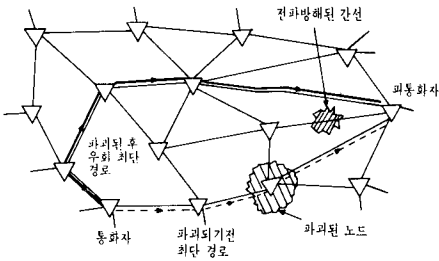


그림 6. 최적 통화로 선정

中央集中式 方法은 통제소가 敵에게 파괴당할 경우 통신망 전체에 치명적인 영향을 주기 때문에 軍用으로는 不適合하므로 分散式이 戰術通信網 용으로 채택되고 있으며 分散式은 각 노드가 독자적으로 각 목적지 노드에 도달하기 위한 라우팅 테이블을 만들어 보유한다.

最適 통신로를 산출하는데 필요한 最適 다음 노드를 계산하기 위해서는 우선 각 노드는 실시간으로 자기 노드와 인접하고 있는 노드들의 국부 데이터를 항상 추적, 감지하고 있다.

상황변화가 있을시에 갱신된 인접 노드 연결정보(局部 데이터)들은 모든 노드로 방송되어 궁극적으로 모든 노드는 전체 통신망의 連結圖 테이블을 보유하게 된다. 이렇게 수집된 통신망 network connectivity 情報를 이용하여 각 노드는 독자적으로 자기 노드를 기준으로 각 목적지 노드별로 distance table를 갱신한다. 이 distance table로부터 最適 routing table이 계산된다.

그림 8과 같이 6개의 노드로 구성된 통신망에서 각 노드로부터 전달된 간선 連結狀況 및 간선 現 통화량의 局部 데이터들은 각 노드에서 종합되어 그림

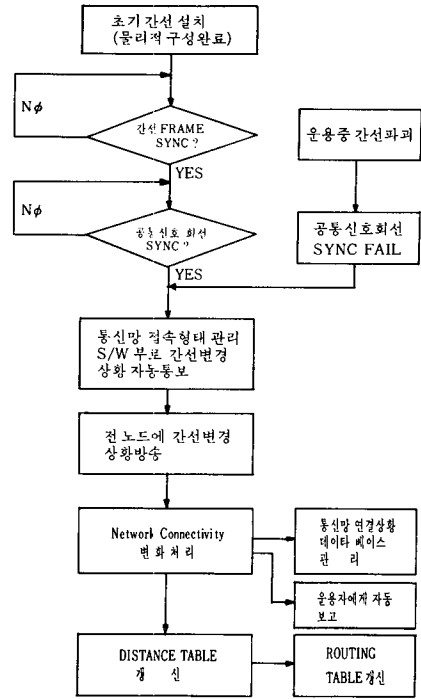


그림 7. 통신망 연결 상황의 실시간 자동 추적

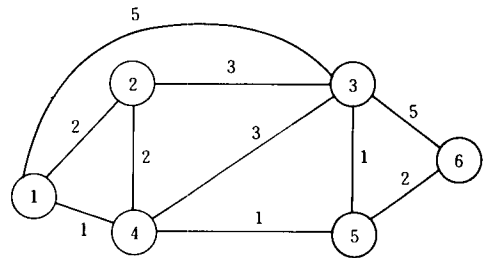


그림 8. 각 간선의 가중치 값 표현

과 같이 각 간선별로 어떤 가중치 값을 가질 수 있다. 이때

- 간선 가중치 = f(간선연결상태, 現간선 CH 이용수)
- $L(i, j)$ = 노드 i에서 노드 j까지의 간선 가중치 (i, j는 인접노드)
- $D(n)$ = S노드에서 D노드까지의 간선 가중치의 합
S노드 : source 노드
D노드 : destination 노드

이라고 할때, 우선 S노드로부터 각의 모든 D노드에 이르는 총거리를 계산해야 한다. 이때 계산된 목적지 노드별 총거리는 모든 가능한 통화로에서 最短 거리 통화로의 총 거리이어야 한다. 1번 노드를 S노드로 하고 각 D노드에 이르는 총 거리를 계산하는 알고리즘은

1) 초기단계로 표 1 과 같이

• $N = \{1\}$ (* 1번 노드=S노드)

이때 S노드에 대하여 2번 노드에서 6번 노드까지 D(v)를 계산한다.

• $\{D(v) : v=2, 6\}$

(표 1의 첫째줄)

표 1. 노드간 거리 계산 알고리즘

Step	N	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)
initial	{1}	2	5	1	∞	∞
1	{1,4}	2	4	1	2	∞
2	{1,2,4}	2	4	1	2	∞
3	{1,2,4,5}	2	3	1	2	4
4	{1,2,3,4,5}	2	3	1	2	4
5	{1,2,3,4,5,6}	2	3	1	2	4

2) 그 다음은 나머지 노드를 순서대로 하나씩 W노드로 두고

• $W=4, 2, 5, 3, 6$

• $V=2, 3, 4, 5, 6$

• $D(v) \leftarrow \min\{D(v), D(w)+L(w,v)\}$

이렇게 각 W노드에 대하여 V노드를 2번 노드에서 6번 노드까지 위 식에 의해 D(V)를 구하면 표 1의 W=4인 경우(둘째줄), W=2(세째줄), W=5(네째줄), W=3(다섯째 줄)의 과정을 거쳐 W=6인 경우가 마지막으로 각 목적지별 최단거리가 계산된다.

3) 이렇게 W=6까지 계속하면 표 1의 마지막 줄에 있는 1번 노드를 S노드로 한 각 노드별로의 총 거리가 계산된다.

지금까지 계산된 노드별 거리 테이블로부터 routing table을 계산하기 위하여 우선 D노드를 1번 노드로 두고 다른 모든 노드를 순서대로 S노드로 하여 각 S노드로부터 D노드에 最短거리로 도달하기 위한 다음 노드를 계산하는 방법은 다음과 같다.

먼저 $\{n, D(v)\}$ 를

• $D(v)$ 는 v노드로부터 D노드에 도달하기 위한 총 거리

• n =최단거리를 만족하는 현재의 v노드로부터의 다음 노드로 정의하면

1) 초기치로

• $D(1)=0, (, +\infty)$

2) V노드를 인접하고 있는 모든 노드를 w노드라고 하면

• $D(v) \leftarrow \min_w \{D(w)+L(v, w)\}$

v노드를 2번 노드에서 6번 노드까지 최단거리로 1번 노드에 도달하기 위한 다음 노드를 계산하기 위하여 각 v노드의 인접 노드인 모든 w노드에 대하여 반복 조사하여

• $\{D(w)+L(v, w)\}$ 값이 최소가 되는 w노드가 v노드에서 1번 노드에 도달하기 위한 最適 다음 노드가 된다.

5. 通話路 形成 프로토콜

통신網 構成裝備간의 통화로 접속을 위한 상호 프로토콜은 그림 9와 같이 상대방의 모든 7자 번호가 다이얼링 되면 노드 교환기에서는 공통신호 회선을 통하여 加入者 位置確認 flood 메시지를 발송한다. Flood 메시지를 수신한 노드는 자기 노드에 찾는 加入者가 없으면 메시지 수신 간선을 除外한 모든 인접 노드로 flood 메시지를 다시 전파한다.

찾고 있는 수신 加入者가 소속된 노드는 flood 메시지를 받는 즉시 더 이상 flood를 하지 않고 flood 메시지가 發生한 노드로 응답 메시지를 보낸다. 이처럼 수신 加入者 位置가 確認되면 민수용 공통신호 방식과 같은 절차로 통화로 형성 시그널링 과정이 수행된다.

IV. 結 論

재래식의 아나로그, 手動式 軍用 通信裝備로는 기동성과 생존성을 요하는 現代戰의 군사적 요구조건을 만족시킬 수가 없었으나 技術의 發展으로 디지털화, 프로세서 제어, 시분할 自動 전자 교환 및 상황 변화에 따른 통화로 형성용 데이터의 실시간 분산처리 自動化가 이루어짐에 따라 새로운 운용 개념의 戰術通信網 實現이 가능하여 졌다. 本 論文에서는 새로운 戰術通信網 設計의 필수 고려요소인 加入者의 移動과 通信網의 形態 변화에 실시간으로 自動適應할 수 있는 固有番號方式 수신 加入者 位置把握,

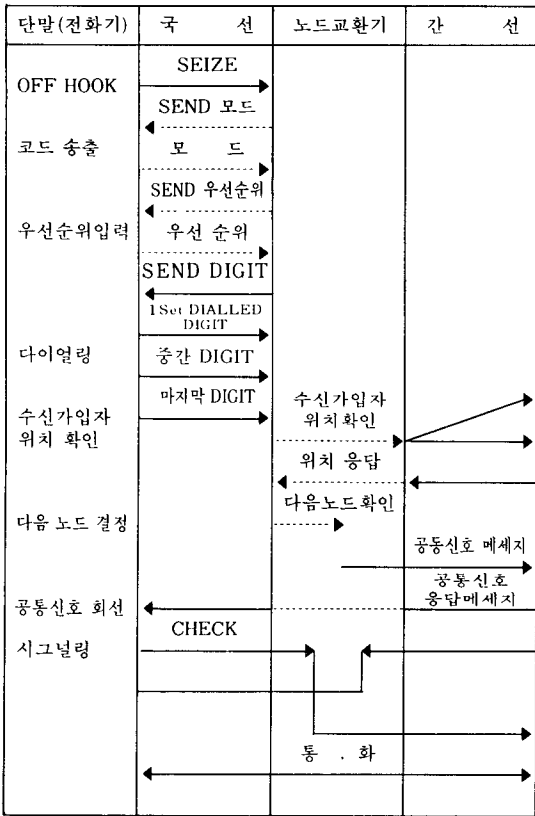


그림 9. 통화로 형성 프로토콜

추론 固有番號 할당, 最適통화로 자동산출 및 통화로 형성 프로토콜 등의 시스템 구성기술을 提示하였다. 앞으로 여기서 提示된 分野가 次期 軍用 戰術通信網 구성장비 개발에 適用되기 위해서는 提示된 알고리즘과 프로토콜의 最適化 研究가 계속되어야 할 것이다.

參 考 文 獻

[1] William M. Mannel, "Future communications concepts in support of U.S.A. army command control," *IEEE Tran. Commun.*, vol. Com-20, no. 9, Sept. 1980.
 [2] J.A Blackam, "Army Communications for the Airland Battle," *IEEE Commun. Magazine*, July 1983.
 [3] M.S. Frankel, "Telecommunications and processing for military command and

control: Meeting user need in the twenty-first century," *IEEE Commun. Magazine*, July 1984.
 [4] Gowri. S. Sundaram, "TRI-TAC Re-Aligned for Airland Battle 2000 Emphasis on Mobile Subscriber Equipment," *IDR 9/1984*.
 [5] Marvin Leibston, "Mobile Subscriber Equipment: a path forward," *Military Technology*, 5/86.
 [6] Robert Salvy, "The RITA Communications System in service with the French and Belgian armies," *International Defense Review 9/1982*.
 [7] Mgen, Jacques Dey gout, "RITA: A modern Response to Battlefield Communications Needs," *Signal*, March 1984.
 [8] C. Warren, "The Ptarmigan System," *Special Electronics no. 1/1984*.
 [9] Clarke, C.M., "Affiliation Management of SCRA subscriber," *IEE Conference Proceedings, Birmingham, england. 1978*.
 [10] T.J. Hewson, "A Separate Channel Signalling System for Tactical Telecommunications," *The Plessey Co. LTD, U.K*
 [11] 이상철, "未來戰에서의 戰術通信體系" 國防과 技術, 1987, 6.
 [12] K. Brayer, "A Testbed Approach to the Design of a Computer Communication Networks," *Computer*, October 1982.
 [13] K. Brayer, "Implementation and performance of survivable computer communication with autonomous decentralized control," *IEEE Commun. Magazine*, July. 1983.
 [14] Mischa Schwartz, "Routing techniques used in computer communication network," *IEEE Trans. Commun.*, vol. Com. 28, no. 4, April 1980.
 [15] R.R. Boorstyn, "A technique for adaptive routing in networks," *IEEE Trans. commun.* vol. Com-29, no. 4 Apr. 1981.
 [16] Johnm. Mcquillan, "Enhanced message addressing capabilities for computer networks," *Proc. IEEE*, vol. 66, no. 11, Nov. 1978.
 [17] U.S. Army, "Field Manual FM 100-5, operations," August 1982. *