

C³와 尖端 科學技術

李 萬 炯
(釜山大 工大 教授)

1. 緒 論	3.3 디스플레이(Display)
2. C ³	3.4 通 信
3. C ³ 技術의 成長	4. 새로운 C ³ 科學技術의 應用
3.1 데이터 프로세싱 技術	5. 結 論
3.2 센서들과 多重센서 相關關係	참고문헌

① 緒 論

武器的 火力, 射程距離와 速度는 지난 50년 동안 急速度로 증가되어 왔다. 보다 強力한 武器일 수록, 武器的의 사용 또한 매우 심각하며, 武器的의 速度가 보다 빠를 수록, 使用者에게는 보다 짧은 反作用의 시간을 요구한다.

武器的의 射程距離가 클 수록 目標位置를 찾아 내는 문제는 더욱 넓어졌다고 할 수 있다. 이러한 媒個 變數들이 빠르게 變化할 수록, 使用者가 습득해야 할 知識을 더욱 많이 요구하며, 經驗을 통하여 알 수 있는 機會는 아주 줄어들었다. 일반 사회에 널리 認識된 軍事力에 대한 文化的 衝擊은 오늘날 軍 指揮官의 행동 결과가 전세계에 영향을 미치기 때문에 더욱 심각하게 받아들여 진다. 現代의 科學技術은 武器的의 사용을 보다 효과 있게 제작하고 있으며, 바라지 않는 결과가 야기될 확률이 최소한 적도록 해준다. 그러나 軍事的인 指揮 (Command), 統制 (Control) 와 通信 (Communication) 즉, C³의 急速한 變化의 요구에 따라 신속히 對應해야 할 새 技術의 문제가 이와 같은 모든 것들에 관련된 經驗이 없을때에도 매우 직접하게 適應해 나가도록 하는데 큰 도움을 줄 것이며, 이를 C³의 變化에 따른 科學技術의 挑戰이라고 말할 수 있을 것이다.

② C³

C³는 軍事的인 측면에서 指揮, 統制, 通信을 말한다. C³의 意味는 통상적으로 발전되고 확대되어 여러가지 면에서 言語의 한 부분으로 정착되었지만 이는 잘 定義되거나 이해되어 지지는 않는다. C³는 平和時에서 戰鬪時까지의 連結體를 통한 戰鬪力을 技揮하는데 필요한 人間과 裝備를 프로세스의 集合으로 설명하고자 한다. 이러한 프로세스들은 情報의 蒐集, 軍事的인 면에서 情報의 解析, 判斷·決定, 행동을 수행할 수 있도록 각 要素들에게 決定事項의 指示, 그리고 指示內容의 수정시 이의 點檢을 위한 피이드백등으로 구성된다.

제 1차 世界大戰까지만 해도 指揮官은 가능한 한 높은 位置에서 戰場의 狀況을 보고 作戰을 수립하였었다. 그 당시 指揮官의 判斷과 決定은 經驗과 參謀의 충고에 기초를 두었고, 나팔과 연락병 등으로 我軍에게 命令을 전달했었고 戰鬪地域의 動態를 직접 눈으로 봄으로써 命令의 결과를 觀測하였었다.

과거 수세기 동안 武器, 火力, 射程距離, 速度 등등의 媒個變數들은 이들을 이용한 軍 指揮官의 手段·方法들로서 서로 모두 같았었다. 指揮官이 軍에서 除隊할때 그의 作戰領域은 入營 초기의 作戰的 測面과 여전히 비슷하였었다. 그 당시 指揮官은 前任 指揮官으로 부터 그의 할일을 배웠고, 실제 戰

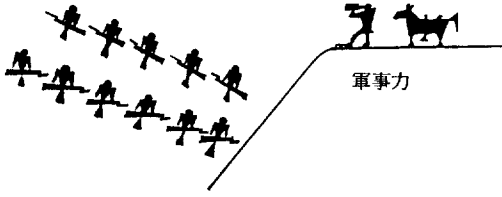


그림 1. 초기의 指揮와 統制

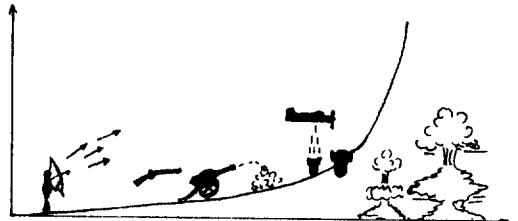
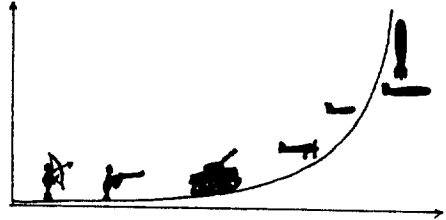
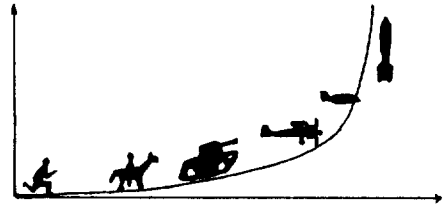
戰況의 基本原理는 과거 戰爭의 經驗에 따라 정해졌었다. 아주 몇가지들을 제외하고서 指揮官이 軍에서 생활할 동안 適應해야 할 필요성을 거의 느끼지 않았었다.

그러나 과거 몇십년 동안 武器들의 여러 變數들은 그림 2와 같이 指數函數의인 比率로 증가하고 있다. 軍事力에 대한 情報의 蒐集, 決定을 내리는데 도움이 될 情報의 要約과 指示, 相互通信의 모든 手段들은 指揮官이 營理하기 어려울 정도로 매우 급속히 變化해 가고 있다. 실제 오늘날 어떤 指揮官도 그가 가지고 있는 戰鬪資產을 어떻게 사용하는 것이 가장 잘하는 것이며, 그의 戰鬪資產의 目錄중 무엇이 유익하며 영향을 갖게 되도록 할지 經驗으로부터 말할 수 있는 指揮官은 없다. 현대 武器 體制는 세계적인 戰爭을 야기시킬 수도 있다. 현대 武器들의 速度는 反擊할 시간적 여유를 주지 않으며, 火力은 局部的인 파괴가 아닌 全國的인 것으로 확대시킬 수 있는 決定을 갖도록 할 수 있게 되어 있다. 또 다른 侧面에서 指揮官의 決定에 대한 衝擊은 전세계를 황폐화되게 할 수도 있다. 결론적으로 C^3 의 機能은 전보다 복잡하고 아주 중요하다.

실제 戰爭狀況하에서 C^3 와 武器들의 2가지 能力을 가진 經驗의 결핍이 狀況을 더욱 나쁘게 만들 수도 있다. C^3 에서 人間 能力은 현대 技術에 의해 확장할 수 있으므로 광범위하게 變化하고 있다.

作戰範圍의 한 부분에서 點火된 戰爭 프로세스는 이제 현대 火器制御 시스템과 같이 自動的으로 수행되어 나아 간다. 이러한 시스템은 標的을 監知(探知, 追跡)하고, 標的의 確認과 飛行中인 標的의 遮斷을 수행하기 위한 제반 계산 혹은 武器의 發射 決定등과 함께 경우에 따라서 作戰중인 武器 시스템들에 새로운 命을 하달할 수 있는 것들로서 구성되어 있다.

對空防禦 시스템은 뛰어난 人間の 노력을 具體화시킨 C^3 시스템으로써 作戰範圍의 또 다른 戰鬪範圍의 확장이라고 말할 수가 있다. 監視하기 위한



時間

그림 2. 센서와 武器性能의 成長

追跡, 功擊하기 위한 追跡, 또 사용할 武器들의 決定등은 人間에 의하여 수행되며 또한 人間の 判斷을 상당히 포함하여 이루어지고 있다. 대부분의 實戰에서 문제점들은 人間과 結合된 機械사이의 오퍼레이션으로 야기되기 때문에 判斷은 아주 중요하다.

현대 컴퓨터적인 能力이 발달하기 전까지 指揮官과 그의 參謀들은 實戰 經驗과 訓練에 입각한 내적 관계들을 예견하여 戰鬪狀況을 파악하는 것에만 기여할 수 있었다. 그러나 최근에는 人間の 經驗과 訓練에 따라 이미 수렴된 戰鬪要素들을 具體화시키는 모델로서 野戰프로세스의 다이내믹을 하드웨어와 알고리즘 體制로 표현하여, 데이터 프로세싱 實體를 구성하도록 유용하게 해주고 있다. 이와 같이 모델로서의 戰況表現은 野戰 指揮官이 變化하는 戰鬪條件과 上部 指揮官으로부터 命을 직접 받을 수 있는 절차에 큰 도움을 주며 또 다른 중요한 사항들을 첨가하여 사용할 수 있도록 해준다.

모델화한 프로세스에서 다음의 2종류는 戰鬪現場과 특히 C^3 에 많이 응용되고 있다. 單一部隊게임

(Single-Party Game)의 경우는 약한 戰鬪力을 가진 敵과 交戰을 하기 위하여 位置의 戰略的 移動과 같은 어떤 抵抗도 수반되지 않는 軍事的 움직임이다. 그러나 대부분의 軍事的 作戰은 二重部隊게임 (Two-Party Game)으로서, 이는 敵이 我軍의 統制遂行에 대해 作戰을 攪亂시키거나, 실패하도록 敵이 그들 最大의 能力을 발휘하는 경우에 적합한 戰鬪모델로서 이때 指揮官에 대한 모델은 我軍의 戰鬪力에 관한 資料뿐만 아니라 敵에 대한 충분한 사전 情報를 구비하고 있어야만 한다.

人間은 C³에 있어서 모든 決定을 부여하는 아주 중요한 要素가 된다. 그러나 人間은 완전히 自動化된 프로세스를 행하는 것보다 결과가 매우 불확실한 것도 취급하는 경우가 빈번하다.

오늘날 野戰에서의 모든 C³ 決定 프로세스는 判斷을 내릴 수 있는 人間에 의해 좌우되며 이용할 수 있는 情報와 人間能力의 허용 범위내에서 불확실한 것들을 최선을 다해 수행하려 하고 있다. 그렇지만 가까운 미래에는 많은 情報源으로부터 蒐集된 情報의 처리에 입각하여 決定을 流出해 낼 수 있는 自動化되고, 規格화된 專家 시스템 (Expert System)이 등장하게 될 것이다.

완전히 自動化된 決定 처리의 목적은 自動적으로 인

어 지는 決定이 人間에 의해서 내려 지는 것보다 보다 빠르고, 더욱 유용한 대 용량을 가진 프로세스를 만들 수 있기 때문에 아주 強力한 意思決定 시스템이라고 할 수 있을 것이다. 自動化된 判斷 처리 매카니즘은 人間에게 생기기 쉬운 스트레스나 피로를 갖지 않는다.

그림 3의 이러한 C³의 개념은 대부분 정상적인 我軍과 敵軍의 C³ 프로세스들로 부터 시작되고 있음을 보여 주고 있다.

센서와 核의 발달에 따라 指揮官의 업무중 많은 부분들이 自動化되고, 수시로 점검과 평가를 행할 수 있게 되며, 指揮官에게 軍事的 활동의 다양성을 부여하고, 敵에게 反擊의 衝擊을 가중시킬 수도 있을 것이다. 따라서 C³ 技術은 계속 발전해 나갈 것이며 이에 따라 C³의 혁명은 보다 큰 衝擊을 我軍과 敵軍에게 주게 될 것이다.

③ C³ 技術의 成長

3.1 데이터 프로세싱 技術

센서, 데이터 프로세싱, 데이터 디스플레이, 通信 등의 能力은 데이터 프로세싱 技術에서 얻어진 눈부신 결과로서 계속적인 향상과 그 이용 범위의 확장이 가

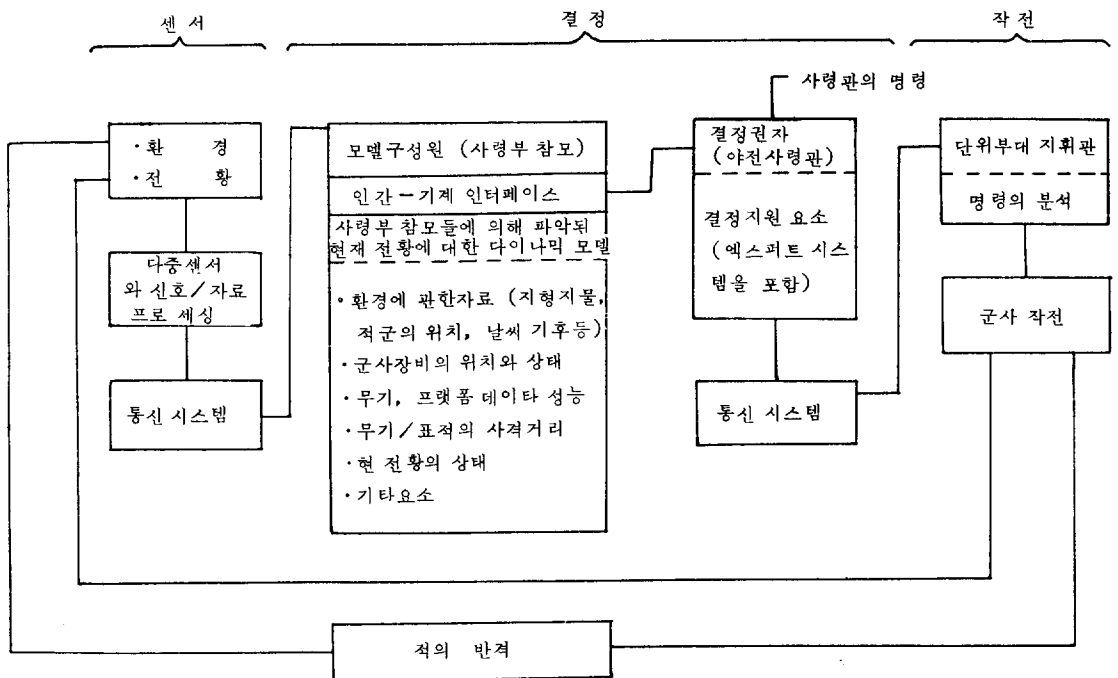


그림 3. C³ 프로세스

능해 지고 있다. 여기서 특히 디지털 프로세싱 技法은 가장 일반적으로 많이 응용되고 있으며 발전 또한 지대하다고 할 수 있다. 아날로그技術分野 또한 많은 발전을 해왔고, 表面波와 電荷結合 裝置 (Surface-Wave & Charge-Coupled Device)는 앞으로 많이 응용되리라 사료되며 C³시스템에 부담을 준 가격도 감소하게 될 것이다.

20C말에 가서는 集積마이크로 電子技術은 극도로 발달하게 되고, 單一集積回路 칩내에 들어있는 수백만 개의 게이트 裝置들은 특수한 시스템에 사용 가능하게 되어 自動化될 C³ 設備에 커다란 공헌을 하게 될 것이다. 데이터 프로세싱 技術은 새로운 C³ 시스템과 인위적인 知能에 기반을 둔 시스템이 서로 같은 能力을 실현시키는데 중요한 要素로서 사용될 것이다. 최근의 軍用 集積回路에 관한 연구와 개발활동은 이러한 현상들을 잘 연관시켜 나가고 있고 새로운 공학적 見解들이 실용화 단계에 와 있다. VLSI 技術은 軍用 시스템의 연구원들에게 시스템의 잠재 能力을 크게 증가시켰고 제작경비를 감소시켜 나가고 있다.

VLSI 시대의 새로운 양상중의 하나는 가장 중요하게 요구되는 곳에 이 技術을 어떻게 사용할 것인가 하는 문제이다.

데이터 프로세싱 技術은 部品, 프로세스, 시스템, 소프트웨어 4가지로 설명할 수가 있다.

(1) 部品

Gallium-Arsenide 半導體, CMOS 등의 高性能 裝置 技術의 제작, 조립의 발달은 計算能力을 점진적으로 증가시켜주고 있다. 計算能力의 과거와 현재의 비교는 파손될 평균시간의 신뢰도, 저장 바이트 혹은 비트당 가격, 용량바이트 혹은 배트당 가격, 작동시간당 가격등으로 산출해 낼 수 있다. C³에 대한 오프레이션중 중요한 사항들로서는 크기, 신뢰도, 電力소비, 가격, 복잡성, 속도등의 것들이 고려되어야만 한다. 이의 變數들중 어떤 것을 산정하는데 있어 크기가 적당한가, 파손될 평균시간이 얼마이고, 발생열을 감소시키는데 충분한 크기와 전력소비가 적절한가 등등의 각각의 개체로서 고려를 하게 된다. 이들 要素들이 결정되면 다음 2가지 변수를 最終적으로 검토하게 된다. 즉 論理速度 (초당 作動速度)와 複合性 (패케지내의 등가 게이트 數)에 대한 검토이다. 다음의 그림 4는 시간에 따라 測定된 것이 증가하고 있음을 보여 주고 있다. 지난 10년 동안 크기의 2배 곱으로 증가되었다. 그림 5는 칩당 動作要素 그룹을 보여 주고 있다. 위의 두 그림은 部品技術의 빠른 성장 추세를 설명해 주고 있다.

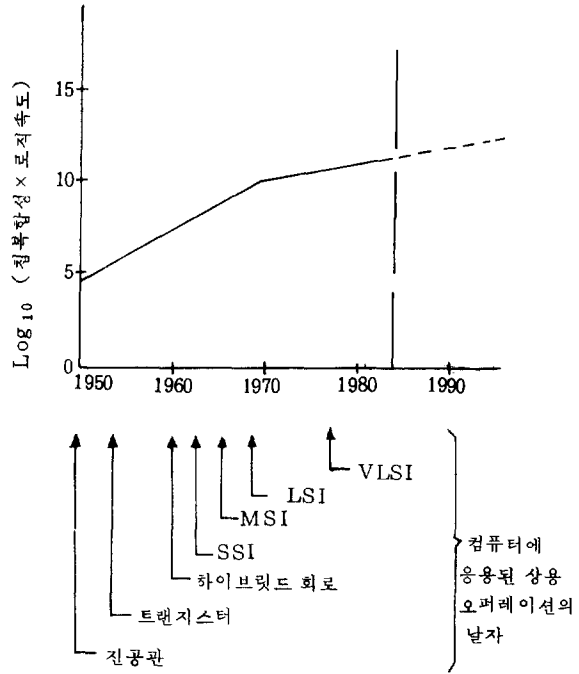


그림 4. 시간대 장점의 데이터 프로세싱 관계

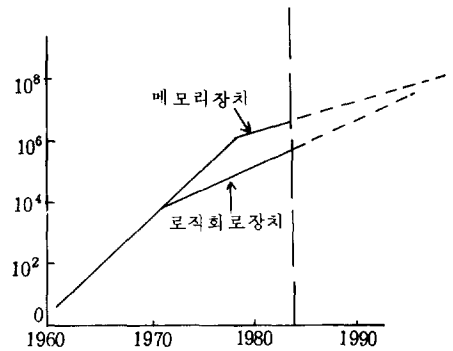


그림 5. 칩의 複合性 경향

(2) 프로세서 (Processor)

발달된 프로세서에서 並列은 아주 중요한 개념이다. VLSI 技術에 사용되는 並列 프로세스 構成에서의 오프레이션을 算定하기 위한 잔여 수 이론 (Residue Number Theory)의 응용은 중요한 연구의 시작이다. 이것은 초당 2억개를 敎示하는 것보다 큰 容量을 가진 시그널 프로세서의 도래를 약속하고 있다. 이러한 技術의 발달은 單一 集積回路에서 완전한 시스템 기능을 얻는데 결정적인 작용을 하고 있다. 이 방법은 CAD 制御로 복사할 수 있는 回路를 設計해야 할 필요

가 있기 때문에 設計 노력을 最少化할 수 있다.

몇개의 最的化된 대규모 組織 (Macrocell)은 총괄적인 시스템 機能의 매우 큰 郡을 실현하는데 필요하므로 CAD를 사용한 기본적인 最的 빌딩 블록에서 다양한 裝置構成이 가능하도록 했다.

이같이 最的化된 대규모 組織에 관한 표준 설계 데이터 베이스 情報는 시스템 開發 시간과 가격을 줄이며, 시스템 수명 주기의 각 단계에서 最小의 裝置技術을 사용하도록 아주 개선된 能力을 부여하므로 防位産業體에 유용하게 이용될 것이다.

프로세스 레벨에서, 單位 實行容量당 가격은 技術 발전에 따라 指數函數的으로 감소하는 추세에 있다.

(3) 시스템과 네트워크

지금의 技術은 분포된 프로세싱 시스템을 제조할 수 있는 能力을 제공하고 있다. 시스템 응용에 있어서 중형 정도의 프로세서에서 수행되는 機能은 각 個體에 명확하게 분담된 機能 副시스템을 가지고 내부로 연결된 마이크로 프로세서들에 배당되고 있다. 다른 位置에서 전개된 異種의 프로세서는 位置的으로나 機能的으로 서로 연결된 네트워크를 구성하고 있는데 이것은 책임 작업량 뭉치에 의해 작업을 실제 분리시키기 위해 사용되어 진다.

軍事的 측면에서 분리된 C³ 연결망은 매우 향상된 生存性을 제공하여 준다. 이 연결망들은 戰爭의 피해나 마찰후에도 일부를 가지고 할당된 機能을 계속해서 수행할 生存 대상들을 適應的으로 再配置해 나가는 能力을 가지고 있다.

(4) 소프트웨어

하드웨어의 발달에 따라 높은 수준의 소프트웨어의 개발이 計算力을 이용하는데 필수적으로 요구된다. 소프트웨어의 개발은 아직 노동집약적이고, 때로 신뢰성이 없는 프로세서로서 한계성을 띄고 있다. 그러나 주요한 연구들과 개발 노력은 소프트웨어 공학의 科學化에 目標을 두고 있으며, 이들은 프로그래머들의 노력에 의해서 점차적으로 증가되고 있다.

프로그래밍의 부담을 감소시킬 수 있는 한 가능성은 自動化的 프로그래밍을 사용하는 것이다. 이와 비슷한 것이 1950년대에도 사용되었는데 代數的 콤파일러가 이것과 같다. 이 콤파일러들은 機械的 2進性과 레지스터의 장황한 配置들로부터 프로그래머들에게 응용을 자유롭게 할 수 있도록 해주었다. 오늘날 自動化的 프로그래밍은 표현의 선택, 데이터 構造設計, 알고리즘의 設計 혹은 선택, 效率의 解析, 局部的 最

適化등의 프로그래머들의 기교에 해당하는 부분 혹은 전체적인 메카니즘을 의미하는 것이다. 自動化的 프로그래밍은 표현상의 同一性을 유지시키고, 결과에 대한 타당성과 재조성, 그리고 다른 프로그램을 연결시키는 역할도 수행한다.

自動化的 프로그래밍의 완전한 접근이 가능한 가까운 미래에서는 프로그래머들은 앉아서 컴퓨터와 대화를 통하여 새로운 프로그램을 만들고 또 프로그램과 주요 機能을 비교해 나갈 수 있을 것이다. 副 프로그램은 서브루틴 호출에 의해 自動的으로 主 프로그램에 연결될 것이다. 또 시스템 라이브러리내에 없는 어떤 副 프로그램들은 잘 정의된 인터페이스와 관련하여 프로그래머가 새롭게 창안해 나갈 수 있다. 만약 서브루틴이 완전하다면, 컴퓨터내에 저장시킨 이들은 아주 유용하게 이용될 수 있다. 이와 같은 프로그래밍 형태는 앞으로 아주 유력하게 되어 일반 프로그래머들에게도 이용이 증가되게 될 것이다.

하드웨어나 소프트웨어 범위를 넘어서 계속되고 있는 研究는 人工的 知能, 想像 프로세싱, 컴퓨터 비전 (Vision), 言語 프로세싱분야까지 확산되어 가고 있다. 이러한 기술 분야는 아직 초기단계에 와 있다. 그러나 오늘날의 기술적 단계와 미래의 가능성 사이에는 상당한 거리가 있긴 하지만, 완전히 自動化的 想像分析과 自動化的 프로그래밍, 機械知能의 발전으로 그 응용은 5세대 컴퓨터 출현과 함께 이용이 가능하게 될 것이다.

3.2 센서들과 多重센서 相關關係

현재의 센서들은 陸上, 海上, 般空, 宇宙에 근거를 두고 있다. C³ 設計者는 包括的이고 끊임없는 活動과 情報의 範圍를 제공해 주는 센서 集團을 擴張시켜서 이용할 수가 있다. 이러한 센서는 般空과 宇宙에 位置한 標的을 感知하고, 움직임을 追跡할 수 있다.

대조적으로, 2차 대전후의 C³ 센서시스템은 단지 我軍과 敵軍 活動에 대한 制限된 情報만을 제공해 주었으며, 敵 位置를 사진 촬영하기위해 般空에서 이동하는 카메라와, 陸地에 근거를 둔 制限된 視界를 가진 레이더, 信號를 보내는 位置와 내용을 探知하기 위한 信號 捕捉 裝置를 포함하고 있었다. 초기의 航空宇宙 統制用 센서는 陸地에 基盤을 둔, 機械的으로 회전하는 監視, 追跡用 레이더와 我軍 航空機를 위한 艱難이 役割등으로 사용되었으며, 制限된 用量뿐만 아니라 오퍼레이션과 制御는 受動的으로 구성되어 있었다. 또 센서를 통해 공급된 테

이타를 分析하여 軍事的으로 有用한 情報를 얻기 위해서는 레이더와 연결된 스크린위에 그리스 펜으로 標的을 追跡해 나가는 것과 같이 사람의 힘을 빌어야만 하였다.

資料傳送 메카니즘 역시 複寫와 音聲에 대해 제 한되어 있었다.

最近의 센서는, 보다 많은 情報를 얻기 위한 保完的인 方法으로 자주 사용되는 宇宙 對象物이나 戰略的 地上 標的物을 探索하는 것등을 包含하여 附加的인 여러 機能을 수행하도록 設計되었다. 많은 C³ 센서는 精確하고 精밀한 觀測, 自動化된 工程過程, 實時間 資料 結果에 의존하여 할당된 임무를 완전히 自動으로 수행한다.

레이더 裝置는 高周波로 부터 미리마터파까지의 周波數 범위를 수용하고 있다. 빔 에너지의 이온층 反射를 이용한 高周波 레이더는 地上을 비행하는 航空機나 誘導彈에 對抗하여 探知나 追跡 範圍를 넓히기 위해서 사용되어 왔다.

高精密度를 가지고 標的을 상세히 探知하기 위해서 周波數를 100 GHz 範圍로 높였고 개량된 信號 프로세싱을 사용함으로써 모든 信號로 부터 流出되는 크기, 形狀, 物體의 運動과 같은 보다 많은 標的에 대한 情報를 알 수 있게 되었다. VLSI, IC 등 半導體 電子工學의 발달로 패킹 密度를 크게 높일 수 있으므로 單位 體積當 더 좋은 遂行能力을 달성할 수 있게 되었다.

航空停留場, 즉 E-3A AWACS, E-2C Hawkeye, Nimrod 같은 것에 設置되어 있는 強力한 航空 監視 레이더는 信號들을 결합시키고, 地球表面의 심한 凹凸地域을 배경으로 低空飛行하는 航空機를 探知하도록 도플러 프로세싱 能力을 갖추고 있다.

완전히 無人 레이더 配置가 實現 可能한 것으로 나타나고 있으며, 이의 有用性은 半導體를 이용한 電子工學의 最新 技術로 要素 要素의 레이더들에 應用함으로써, 우수한 性能을 가지고 스스로 판단하여 수정을 並行하는 센서의 발달을 유도하고 있다. 이러한 특성은 신뢰도를 높이고 人力과 兵站衛의 필요성을 감소시키며 物質的으로는 오퍼레이션 비용을 절감시킨다. 예를 들면, 잘 선택된 최소의 人力이 동반된 SEEK IGLOO 경우에는 그 오퍼레이션 人力을 50% 이상 줄일 수 있다.

地上에 위치한 監視用 레이더는 디지털 프로세싱을 통하여 빔을 制御함으로써 여러 方向을 探索할 수 있고, 데이터 性分으로 부터 標的 주위 환경을

알 수 있도록 하여 그 機能을 追跡하는 여러 형태 의 位相配列을 수행할 수 있도록 한다. 이러한 레이더를 통하여 標的의 매개변수들을 測定할 수 있고, 상세히 追跡데이터를 얻을 수 있으며 自動的으로 攪亂에 對應하게 한다. 역시 디지털 프로세싱에 依存度가 높은 현재의 레이더 設計를 통해서 멀리 떨어져 있는 航空機로 부터 地上에 움직이는 標的을 探知할 수 있고, 高度의 分解能을 가진 綜合的인 口徑 레이더 (Synthetic Aperture Radar) 를 사용함으로써 고정되어 있는 標的을 探知할 수 있다. 探知精度를 높이고 周波數 分析器를 개선하기 위해 사용되는 擴張分散技法은 充分한 探知 能力을 가진 敵으로 부터 我軍이 發信하는 電波 探知의 可能性을 줄여 준다. 이 能力은 電波通達範圍를 넓혀 주고, 氣候를 把握함으로써 光學的인 시스템의 能力을 補充해 주게 된다.

電子光學 센서로 부터 나온 데이터를 디지털 프로세싱함으로써 戰略的인 시스템으로서 온도가 상승된 標的을 映像化시켜 探知할 수가 있다. 이때 센서들로 부터 蒐集된 信號들은 프로세싱과 傳達를 위해 디지털 데이터로 쉽게 變換시킬 수가 있다.

VLF에서 IR 周波數 信號까지 低傍受確率(Low - Probability Intercept, LPI)을 갖도록 한 受動 受信器는 대부분의 信號知能, 監視, 센서의 位置에 근거를 두고 있다. 敵의 通信과 레이더 信號가 반대 方向인 受信器는 自動化率이 높으며 周波數나, 信號幅, 周波數範圍, 實時間에서 信號 到着角과 같은 信號 매개변수를 測定하는 복잡한 처리 과정을 포함하고 있다. 그렇게 함으로써 發信器는 受信器의 상세한 諸原으로부터 唯一하게 決定될 수 있다. 이 受信器들에 傳送되어온 것들은 多重 受信所의 플랫폼에서 廣範圍하게 분포된 發信基地를 가로 질러 到着된 信號를 測定할때 信號發信位置를 아주 正確히 얻을 수가 있다. 唯一한 發信信號와 同一하게 決定된다면 원하는 標的의 位置를 精確히 파악할 수 있다.

현재 모든 센서의 공동된 특징은 디지털 데이터 프로세싱과 制御인데, 이것들은 마이크로 프로세스로부터 機械물체에 이르는 内部에 소장된 컴퓨터 성분들로서 구성된다. 컴퓨터는 데이터를 처리하고 不純한 데이터를 필터링하여 傳達用 데이터를 規格化한다. 예를 들면 베트남에서 말티스펙트럼의 소형 音響센서들은 원하는 장소에 손으로 옮기거나 혹은 兵力移動을 探知하고 位置를 알아 내어 中央統制本

部에 自動으로 데이터를 보내기 위해 비행기로 投下하도록 設計되어 있다.

이와 같이 性能面에서의 改善에도 불구하고, 새로운 種類의 센서는 아직 조금더 효율적으로 統合되어 사용되어야만 한다. 이러한 센서들로 부터 24 시간동안 넓은 範圍의 情報를 제공받지만, 情報의 증가로 말미암아 현재로서 有用한 通信 네트워크는 飽和狀態에 와있다. AWACS와 같은 多用도의 센서를 對空防御용으로 사용하고, 發射衛星을 誘導彈防御시스템의 일부로 사용함에 따라서 센서로 부터 나오는 出力을 C³ 體制로 統合한다는 것은 아주 어려운 일이다. 문제는 센서의 수효가 증가 되었다는 것, 개발된 센서로 부터 얻은 情報의 詳細性, 수 많은 센서들로 부터 나오는 出力을 命令系統에 대해 唯一하고 包括的인 情報入力으로 관련 시켜야만 하는 必要性등을 發生시키고 있다.

C³ 센서의 데이터 出力 容量은 그 책임을 指揮센터에 미루어 왔으며, 過剩의 데이터 供給으로 發生하는 結果때문에 決定하는데 적절한 情報의 순서를 定하여, 처리하고, 서로 관련시켜, 必要的 데이터만 表出하는 것이 不可能하게 된다. 危機 처리를 하는데 過失에 대한 逸話는 매우 많다. 다양한 센서들은 주어진 시간에 대처하기 위하여 危機에 관한 데이터를 조금씩 過去로 부터 蒐集해 왔다. 그러나 데이터들을 實時間內에 대처하도록 작동하는데 사용될 만큼 빠르게 適應해 나갈 수는 없었다. 이렇게 증가하고 있는 데이터 流出을 效果의 實時間內에 連關시켜서 사용하는 것이 軍事的인 指揮와 制御 시스템의 重要的인 課題로써 계속 남아 있다.

指揮系統 (Command Post)에서 有用한 情報를 敵의 發信器로 부터 蒐集한 情報나 다른 情報와 關聯시키는데 統合 (Fusion) 이라는 말이 자주 使用되고 있다.

統合過程은 다음의 두가지로 분류할 수가 있다. 첫째는 센서나, 데이터베이스, 그리고 指揮센터와 같은 過程處理器 (Processor) 의 相互 連絡網을 設計함으로써 모든 데이터를 有用하도록 하는 것인데, 이것은 적절한 데이터를 인간의 頭腦속에서 서로 連關시켜 인간에 依存하여 作職業務가 수행되는 시스템을 말한다. 불행하게도 이 시스템이 극도로 큰 容量과, 效率의 由는 技法을 保有하고 있지 않다면, 이 接近方法은 아주 짧은 시간내에 처리해 나갈 수 있는 容量을 超過해 버리고 만다. 그러나 自動的으로 最近의 情報를 받아들여 記憶하며, 不必要的 情報를 지워 없애는 人工知能 (Artificial In-

telligence, AI) 를 사용함으로써, 앞에서 언급한 過剩의 데이터를 部分的으로 緩和시켜 나갈 수가 있다.

두번째 接近方法은 데이터 超過問題를 克復하기 위해, 特定한 데이터에 方向을 제시하여 주는 것이다. 이와 같은 시스템은 特定한 事件이나 事物에 대하여 探知하고 識別하여 位置를 定하거나 찾아 가도록 設計되어 있다. 이 接近方法의 問題는 예기치 않은 事件이나, 새로운 觀測物에 대하여 適應하는 것이 아주 어려운데 있다. 이러한 接近方法들은 訓練을 보다 發展시키고, 手動 혹은 反自動 데이터 統合을 위한 一連의 데이터 準備 처리과정을 進歩化시켰다.

情報에 있어서 相關關係 / 統合의 基本技術과 改善된 C³ 취급법은 점차 널리 이용되어 지고 있다. 그럼으로써 指揮者는 戰場狀況을 더 많이 알 수 있고, 나아가서 必要的 情報중 무엇이 蒐集되어야 하는지를 迅速히 認識할 수 있도록 해주는 이같은 情報시스템을 使用할 수 있다.

3.3 디스플레이(Display)

디스플레이는 센서나 데이터 처리 能力의 變化에 보조를 맞추어 급격해 進歩해 나가고 있다. 일찌기 1960 年代의 트랜지스터를 使用한 監視用 센서의 콘솔들은 制限된 射程距離에서 發한 電波가 反射되어 되돌아 온 것과 制限된 進路, 最小限의 地圖領域, 責任基準點을 表示했었다. 陰極線 빔 映像 시스템과 文字나 方向表示 發生器의 느린 速度는 許用 可能的인 감박거림 比率로선 必要的 情報의 量을 受容할 수 없었다. 더욱 낮은 照度和 書面的인 감박거림은 오퍼레이터들을 疲勞하게 한다.

디스플레이가 C³ 에 적용된 이래로 끊임없는 改善方向이 摸索되어 왔고, 현재에는 칼라 畫面表現 技法이 C³ 에 도입되고 있다. 칼라 發生器와 이의 電氣回路는 주위의 불빛이 더 밝은 狀態에서 動作하도록 허용됨으로써 더욱 效率的으로 探索을 수행해 주도록 하였다. 많은 주요한 프로그램들을 칼라로 表視하거나, 未來에 서로 結合시키기 위해 이 프로그램들을 試驗해 보기도 한다. 이것은 주로 상업적인 부분중 日本에서 開發된 高鮮明, 낮은 價格의 CRT가 生産됨으로써 가능하게 되었다.

改善된 陰極線 映像技法과 증가된 비디오 帶域幅에 局部的으로 데이터를 貯藏하여 鮮明度를 증가시키고 감박거림을 줄여 주어 映像을 세밀히 나타낼 수 있었다. 45 Hz 나 그 이상의 周波數에서 서로 꼬이지 않고 1000 回線의 比率로 受信할 수 있는 시스템이

技術的, 經濟的으로 實現 가능하게 되었다. 이 比率에서 觀測者는 감각저림을 感知하지 않으며 疲勞로 인한 視覺的인 損失이 없어 오랜 시간동안 근무할 수 있게 되리라는 研究結果가 發表되어 있다.

VLSI의 技術 出現은 畫面映像 터미날 能力에 큰 影響을 미치고 있다. VLSI는 다양한 機能을 受行할 수 있는 터미날 自體內에 所藏된 프로세스를 集積할 수 있는 機能을 가지고 있다. 터미날의 機能은 스케일 縮小나 擴大 같은 단순한 그래픽 機能調節로 부터 選擇한 데이터를 回復하거나 映像比를 증가시키기 위한 支援機能의 범주에 머물러 있다.

直徑이 매우 큰 (16인치 이상) 運筆시스템과 같은 디스플레이에 대하여 價格을 낮추는 것은 그렇게 어렵지 않다. 그러나 이런 시스템은 메모리를 값싸게 만들고 마이크로프로세스 칩을 擴張시켜 사용함으로써 상당한 利益을 갖게 되었다. 더욱 매우 큰 디스플레이에 대한 投影시스템은 계속 改善되어 가고 있으며, 對角線이 3m 정도되는 平板 패널 유닛 시스템이 현재 실용화 단계에 와 있다. C³ 시스템에 適用하기 적합한 스크린이 아주 큰 프로젝트에 대하여도 그 照度를 더욱 높일 수 있게 되었다.

디스플레이를 制御하고 翻譯하는데 있어 오프레이터의 업무는 단순 作業만 하도록 하여, 업무가 어느 정도 自動化됨으로써 오프레이터의 업무를 덜어 주는 方向으로 進行되어 가고 있다.

오프레이터가 制御하고 있는 範圍內에서 현재의 그래픽 入力 장치들은 어떤 座標에서 記號나 線要素를 빠르게 삽입하거나 지워버리게 할 수 있는 位置指摘시스템을 포함하고 있다. 예로 조종막대, 형광펜, Tracker Ball, Mouse, 接觸感覺 表面 (Touch-Sensitive Surface) 등의 장치를 갖고 있다. 오늘날 오프레이터는 스크린 위에 나타내고자 하는 形狀을 그리기 위한 그래픽 入力 技法의 다양한 예들을 공급받고 있다.

최근의 다른 類型의 장치를 사용하는 오프레이터와의 意思消通이 가능하도록 해주는 개념이 중요시되고 있다. 音聲入力能力을 확장시키는 것은 오프레이터에게 상당히 큰 도움을 줄 것이며, 소리의 높낮이나 맴시를 포함하는 機械에 의한 聽覺의 應答出力은 오프레이터-機械-오프레이터의 루우프를 완성하도록 해줄 것이다. 動的인 디스플레이나 地形地物을 貯藏하여 再生하는 경우에 있어서 많은 도움을 받고 있는 것이 비디오 디스크는 技術이다. 현재의 비디오 디스크는 랜덤방식으로 組당 54,000 프레임까지 記錄할 수가 있다. 레이저 헤드아래서

디스크가 회전할 때 데이터들은 디스크에 홈을 내는 레이저에 의해 反射 프라스틱 디스크에 収録된다.

(組당 약 10¹⁰ 비트). 디스크는 컴퓨터 데이터가 빠른 경로를 통하여 地形을 잘 記憶시켜 나타내고자 할 때 사용되고 있다.

3.4 通 信

軍用上의 通信 시스템에서 우리가 바라는 것을 達成하고자 할 때, 作戰上 戰鬪나 支援團을 위해 일반적으로 사용하기 용이한 터미날을 장비하고 있어야 한다. 航空母艦, 驅逐艦, 潛水艦, 그리고 爆擊機, 戰鬪機, 偵察用 航空機, 헬리콥터, 監視센터나 指揮統制所, 탱크, 지프, 裝甲車, 各개 兵士에 이르기까지 각각의 必要性이나 주어진 環境에 適合하도록 設計된 하나 이상의 터미날을 保有하고 있어야 한다. 이 터미날들은 서로 協力하여 知能的으로 電線이나, 마이크로웨이브, Troposcatter 링크 通信衛星, HF스카이웨이브, UHF 라디오등의 傳達施設을 이용하여 네트워크 혹은 準네트워크로 구성된다. 터미날을 통하여 네트워크에 供給된 我軍과 敵軍의 戰力要素들에 대한 情報는 戰場 狀況을 總括的인 것으로 組立하는 프로세스를 거쳐서 指揮 統制센터에 傳送된다. 戰略에 대한 決定이 내려지면 作戰命令이나 복잡한 戰鬪狀況에 대한 對處方案이 네트워크를 통하여 戰鬪單位마다 逆으로 傳達된다. 앞으로 이러한 모든 시스템들이 自動的으로 作動하게 되도록 네트워크가 構成되어 나갈 것이다. A와 B가 通話할 必要性을 느낄때, 오늘날 마치 電話다이어알을 돌리는 것처럼, A는 단지 B에 대한 情報만을 諸供하면 될 것이다.

A는 현재 어느 通信設備가 사용 가능한지, 回線 사용이 불가능하거나, 過負荷등에 관심을 기울일 필요없이 네트워크는 맨 처음 이용자에게 관심을 가지며 계속 서비스를 하기 위해 시스템을 再挑列하게 될 것이다.

이와 같은 能力이 技術的으로 實現 可能하게 될때 軍用的 慾求가 附加的으로 일어날 것이다. 우리는 訓練된 通信 전문가의 도움없이도 戰爭狀況에 대하여 꽤 빨리 가까운 터미날을 사용할 수 있어야 한다. 터미날이 처음 作動을 시작할때, 터미날의 어느 네트워크가 作動中인지 스스로 확인한 다음, 전체 네트워크를 조사한 후, 비어 있는 네트워크중의 하나를 선택하거나, 혹은 作戰上的 우선순위에 따라서 네트워크를 保有하게 될 것이다. 我軍의 作戰計劃을 敵이 盜聽하지 못하도록 하기 위해서, 電子工學的으로 分散

된 키를 사용함으로써 秘密保障이 維持되도록 하고 있다.

定常의인 狀況하에서나 敵의 電波防害가 없을때 각각의 無線傳達링크의 情報運搬 容量은 주로 다음의 5 가지 要因에 의하여 결정되고 있다.

- ① 送信器와 受信器의 經路 損失,
- ② 送信器에서 防出된 RF 出力,
- ③ 端末 受信器의 雜音과 溫度,
- ④ 두 端末에서 안테나 利得,
- ⑤ 變調된 波形的의 效率(비트당 필요한 에너지)

軍用通信 시스템 設計者들은 이러한 變數들에 대한 유연성을 거의 주지 않고있다. 最大出力과 안테나 크기는 裝備가 設置된 프레트폼에 의해 制限되고 있으며, 通達距離는 作戰狀況에 의해 자주 바뀌게 되며, 雜音과 變調波形的의 效率은 이미 理論的 限界에 도달하였다. 다른 한편으로 能動的인 戰鬪를 위해서 敵이 잭에 의해 我軍의 通信을 防害하려 한다고 豫測을 하고서 通信시스템을 設計해야 한다. 잭 信號는 我軍信號를 교란시키려는 防害要素로서 内部나 外部 雜音으로 생각하여 필터링시켜야 한다. 잭 信號는 현대 軍事通信에 있어서 아주 중요한 挑戰中的의 하나로서 이에 對應한 研究가 많이 要求되고 있다. 잭잉 信號에 대처하기 위하여 유일하고 가장 좋은 技法으로서 擴散 스펙트럼 프로세싱 利得(Spread Spectrum Processing Gain)을 사용하는 것인데(周波數 호핑(Frequency Hopping), 또는 직접 시퀀스(Direct Sequency)라고도 함), 잭대(Jammer)의 效率性은 我軍信號가 分散되는 RF 스펙트럼의 幅에 직접 비례해서 감소된다. 受信된 入力이 복잡한 프로세싱 절차를 거침으로써 我軍의 信號를 回復시키고 잭잉을 제거할 수가 있다.

最近 흥미있게 추지고 있는 새로운 技術은, 防害波가 發生하는 方向에서 오는 信號를 適應的으로 除去해 나가는 Null - Streeting 안테나에 관한 것이다. 잭잉에 대한 더 직접적인 방법으로 設計者는 잭잉되는 링크를 통과시키기 위해서 通路를 지시해 주는 適應 네트워크를 고려해 볼 수도 있다. 또한 設計者는 受信器에 마지막으로 傳達되는 信號를 待機시켜서, 잭머에 適合한 유용한 범위를 줄이거나 逆轉시키는 릴레이를 사용하는 것 역시 고려될 수가 있다. 我軍通信의 實質的 存在과 防害波 사이에 絶對的인 要素는 있을 수 없다. 즉 어떤 특별한 端子의 存在 可能性에 대해 보장을 할 방법도 없고, 어떠한 通信 링크도 만약 敵이 충분한 出力을 가지고 接近한다면 심각하게 防害를 받을 수가 있다. 그러나 미래 軍用 通信網에 있어서 供給될 수 있다고 기대할

수 있는 것은 개개의 設備보다도 限界機能이 계속 存在하리라는 合理的인 確信이다. 만약 개개의 링크가 충분히 探索을 하지 못한다면 크고 값비싼 잭머를 사용하거나 戰場 가까이에 通信網을 구축함으로써 敵의 防害波로부터 영향을 최소로 감소시킬 수 있을 것이다.

放出原 없이 軍用 裝備가 서로 交信될 수가 있다면, 放射線 分출을 探索하고 方向을 發見함으로써 敵이 我軍 裝備의 位置를 探知하는데까지는 어려운 일임에 틀림없다. 軍事的 通信 시스템의 이러한 特徵은 盜聽의 낮은 確率(Low Probability of Intercept) 혹은 LPI 로 알려져 있다. LPI 는 잭잉으로부터 保護를 해주는 여러 技法, 즉 擴散 스펙트럼, 電子工學的으로 조절된 制限-빔 안테나(Narrow Beam Antenna) 등과 같이 信號 出力을 최소로 요구하며, 信號를 주위의 雜音에 흡수시키는데 敵合한 것으로 고려되고 있다. 특히 가벼운 화이버 光學 링크를 통한 레이저 通信은 指揮所(Command Post)나 外部와의 通信을 위한 無線通信器와 같이 실제로 분리된 非常 地下要塞(Critical Ground Location)들 사이에 通信을 위해서 사용된다. 이러한 手段에 의해서 敵 發信器의 位置를 찾는데 걸리는 시간은 평균 戰鬪任務의 짧은 시간에 비해 몇일, 몇주일 씩까지 길어질 수도 있다.

센서나 데이터 프로세싱 디스플레이와 같은 軍用通信에 있어서 가장 중요한 最近의 진보는 값이 아주 싼 디지털 論理部品과 記憶素材를 이용함으로써 얻어진 결과라 할 수 있다. 현재 우리가 당연하다고 생각하고 있는 能力中的의 대다수가 10년전까지만 해도 實用化될 수 없었다. 어떤 實用 시스템들은 한 세대전에 Claude Shannon의 선구적인 研究업적에 의해서 세워진 限界까지, 그리고 아주 낮은 테시벨에서 效率이 높은 디지털 變造器를 이미 保有하고 있다. 이 機器들의 性能은 最適 誤差探知 및 修正技法에 의해 더욱 높일 수가 있다.

디지털 信號 프로세싱을 통하여 복잡한 周波數 增幅이나 擬似-雜音 擴散-스펙트럼 技法은 軍用通信 시스템들중에서 잭 防止나 LPI 特性을 성취하기 위해 응용되고 있다. 軍事衛星중에는 디지털 信號 프로세싱이 防害 電波인 잭잉 信號를 제거하기 위해 應用되고 있으며, 컴퓨터로 制御되고 電子工學的으로 操縱되는 制限-빔 안테나를 裝備하고 있다.

商業的이나 軍事的으로도 응용되기 위하여 디지털 適應均壓線(Digital Equalizer)과 비트 插入法등을 이용하고 있다. 이것들은 變化하는 音質과 갑자기 變하는 雜音特性을 가진 2인용 電話回路를 통하

여 디지털 데이터를 傳達하는 것으로 實用化시킬 수 있다. 지금까지 實用的인 매가비트 比率의 디지털 對流圖無線通信 시스템이 개발되어 보급되고 있다. 넓은 지역에 걸친 通信保安과 作動的 단순성으로 인하여 통상 사용되고 있는 軍用 電話시스템은 멀티-매가비트 暗號裝置와 電子 키 配置를 相互 協力시켜서 유지해 나가고 있다.

이같이 진보된 시스템들의 대부분에 있어서 중요한 것은 새로운 技術의 力量 그 자체보다는, 制限된 範圍 내에서, 最的의 動力源, 높은 信賴度, 적절한 價格등을 갖고 있다는 것이다. 戰場에서 사용될 通信裝備는 設置空間이 좁거나, 중요한 動力源이나 冷却面에서 상당한 제약을 받는 航空機 같은 것의 프레임에 보통 設置되는 것이 常例이다. 軍用 航空機에 通信裝備를 設置하는데 소요되는 費用은 設置空間이나 動力源에 대한 일련의 요구에 따라 상당히 좌우되고 있으며, 경우에 따라서 裝備自體를 생산하는데 드는 비용을 초과할지도 모른다.

空間과 動力源에 있어서 制限을 받게 될 때 航空機의 音聲 無電機에 適用시키고 있는 마이크로프로세스가 그 좋은 예이다. 현재 無電機의 모듈화된 마이크로프로세스들의 " 조각(Slice)"들은 꼭 같은 크기를 가진 새로운 어떤 꾸러미로서 대체될 수가 있다. 최근 마이크로프로세스와 齧임에 대한 보호를 위해서 無電機는 擬似 랜덤 周波數 增幅 暗號를 저장하고 또 공급할 수 있도록 해주는 랜덤 메모리를 가지고 있다. 이와 같은 電子部品の 價格은 원래 無電機 價格의 일부에 지나지 않으며 再配線이나 航空機가 다시 서비스를 받지 않고도 수 시간내로 設置完了할 수가 있다.

군 戰場에 터미날을 내어 齧임에 強力히 抵抗할 수 있는 특수한 軍用衛星通信의 도래를 기대할 수 있다. 信號 프로세싱과 衛星에 設置된 Null-steering 안테나로써 分散 스펙트럼을 모듈화하는 것이 非齧의 주요한 특징이다. HF는 周波數 선택과 線路의 適應을 위해 마이크로 프로세싱을 사용함으로써 더욱 信賴性을 높일 수 있을 것이다. 현재 軍事用 계획은 이러한 方向으로 그 分野들이 진행되어 가고 있다.

최근 다른 通信 시스템의 向上은 衛星自體가 防害를 받거나 파괴되었을 경우 地上에 設置된 衛星通信 터미날간에 通信을 회복시키기 위해서, 空輸 릴레이(Airborne Relay)와 中繼器는 戰略的 戰鬪機나 航空警報機에 대한 通信 링크를 강화시키기 위해 급격히 발전되어 나가고 있다.

앞으로 계속 向上되어야 할 중요한 것 들로서는 레

이저 모듈레이터와 디텍터, 화이브 光學, MMIC (Monolithic Microwave Integrated Circuits), 좀더 낮은 雜音과 높은 動力源의 固體狀態增幅器(특히 미리미터 波張에서), 多重 빔, 電磁的으로 잘 조정된 안테나등에 관한 문제들이다. 軍用 通信에서 대부분의 진보된 시스템은 디지털 컴퓨터 技術의 계속적인 급성장을 이용하게 됨으로써 高度의 경지까지 도달하게 될 것 같다.

오늘날 우리는 컴퓨터를 통하여 人間의 情神의 能力들을 모델화하거나 모방하여 확장시켜 나갈 수 있다. 작고 값싼 마이크로 프로세스 칩과 풍부한 메모리를 이용하여 거의 모든 곳에서 이들과 같은 스마트한 형태로 시스템을 設置할 수가 있다. 이들은 앞에서 설명한 適應 터미날의 自己 관리 네트워크를 유출해 내는데 사용되어질 수 있고, 서로 通話하기를 必要로 하는 경우에 部隊사이의 전체적인 通信 시스템을 제공하여 줌으로써, 人空衛星의 上下 링크와 그들 사이의 크로스 링크를 다룰 수 있도록 空間에 設置할 수도 있다. 徑量이고 信賴性 있는 宇宙에 設置된 컴퓨터는 相互 연결되어 있는 다른 컴퓨터들에게 차례로 다양한 我軍의 터미날 方向을 제시해 주고, 敵의 齧어로 부터 나오는 防害信號를 제거시켜 안테나에서 蒐集된 복잡한 情報를 취급하며, 監視로 수행한다. 言語鑑識과 言語合成 알고리즘은 필요한 터미날의 動力源을 줄이고 非齧과 LPI 특성을 동등히 높여 주는 分散 스펙트럼 프로세싱 利得을 통하여 초당 100~200 비트씩 音聲信號를 보낼 수 있도록 한다.

制限된 周波數幅과 낮은 信賴性 때문에 軍用通信의 문제야로 오랫동안 지적된 HF 無電機는 새로운 生命을 부가 받을 수 있게 될 것이다. 通路가 많고, 電離層의 媒體에서 分散되는데 대한 보상으로 信號를 動的으로 미리 變型시키는 방법을 통해서 LPI의 最高水準이 되도록 매가(10⁶) 헬츠 혹은 그 이상의 周波數帶로 넓힐 수 있는 것을 기대할 수가 있다. 언급한 바와 같이 링크의 幅이 좁음에도 불구하고 프로세스로 조절되는 自動適應周波數와 HF網의 線路 선택은 실질적으로 信賴度와 非齧을 증가시킬 수 있으며 技術的으로 훈련된 오프레이터의 필요성을 한층 줄여 나갈 수 있다.

軍用通信의 발달은 指揮, 統制와 相互 긴밀한 유대관계를 가지면서 추구되어야 할 것이며 센서나 火器 시스템, 軍事的 技術의 다른 分野와 함께 발전되어 나가야만 한다.

앞으로 軍用通信이 전개되어 갈 方向은 우리에게

견하는 길을 정확하게 따라가지는 않을 것이다. 어떤 경우에는 기대되는 것보다 수행하기가 더 어려울 것이고, 또 어떤 아이디어는 實戰上 덜 매력적일 수도 있다. 예견할 수 없는 다른 급진적 발전도 있을 수 있다. 그러나 미래의 通信 시스템의 일반적인 輪廓은 예견될 수 있으며, 앞으로 軍事 C³ 裝備가 戰爭을 위해 준비된 入力資源이나 무기 만큼 가치가 있다는 것을 기대해야만 한다.

4 새로운 C³ 科學技術의 應用

C³ 시스템에 새로운 科學技術을 도입하는 機會의 대부분은 다음의 3가지 그룹으로 定義할 수 있다. 첫 번째 그룹에서는 大量의 情報處理 能力에 의해 蒐集된 情報를 프로세싱함으로써 개선된 信賴度와 저렴한 투자로 보다 나은 標準業務를 수행할 수가 있다. 이것은 데이터를 회수하고 同時性을 주는데 대한 시간을 줄이고, 데이터와 通信信號의 周波數帶를 넓혀 주거나, 誤差修正回路나 暗號 코딩의 速度를 증가시킴으로써, 容量이나 應答速度를 크게 높일 수 있다. C³에 대해 이러한 技法들을 중요하게 應用한 예는 敵의 強力한 電子諜報 活動에 對抗할 수 있는 디지털 通信이고 경우가 된다.

두번째 그룹에서는 시스템의 媒個變數를 自動적으로 適應시키거나 制御하기 위해 프로세싱 動力原을 사용하는 경우이다. 서어보 器具의 단순한 形態(예로서 비행기의 自動 操縱 등)에서의 適應시스템은 몇년 동안 사용되어 왔지만 보다 精密한 解析의 必要性이 급격히 증가하고 있다. 이러한 裝置들은 오프레이터를 지루하고 억압적인 作業들로부터 부담을 해소시켜 줄 것이며, 주위 변화에 대해서 人間보다 더 빠르게 對處할 수 있기 때문에 C³ 시스템이 敵對 관계가 있는 세계에서 보다 나은 機能을 수행하도록 해줄 것이다. 敵의 防害를 피하고, 컴퓨터나 通信網의 負荷變動에 對處하면서, 物理的 電氣의 被害 效果를 회복시켜 줌으로써, 適應制御는 波及現象의 變動과 防害를 극복하는데 특히 도움이 크게 된다. 크루즈 미사일과 스마트 홈잉 무기는 현대 戰場에서 사용되고 있는 精密한 部品들로 구성된 自動制御 매카니즘의 좋은 예라고 할 수 있다.

새로운 技術을 위한 세번째 그룹은 C³ 프로세싱에 機械知能(Machine Intelligence)을 부여하는 것이다. 비록 서어보 기구들이 훌륭한 遂行者일 수도 있지만, 이들이 수행하는 일이란 일반적으로 단순하고, 엄격히 制限된 機能에 限定된다. 예를 들면 "이

目標物을 追跡하라", "3개의 通信 端末의 손실을 說明할 通信網을 再形狀하라" 등이다. 이들은 標準 컴퓨터에 의해 보충되었다고 해도 오프레이터나 命令者의 理性, 經驗, 常識, 直觀 등에 대치될 만한 知的인 能力을 保有할 수는 없다. 그러나 計算上의 요구에 効果적으로 대치할 수 있는 구조를 가진 컴퓨터의 새로운 機種과 연관되어 있는 演算階層이 우리 현대 생활의 모든면에서 광범위한 變化를 약속하고 있으며, 이들 역시 軍事의 C³ 시스템의 모든 部分에 까지 침투될 것이다. 우리들의 현재까지 경험으로서 단지 機械知能은 초기 단계의 實行에 있으나 미래에는 우리가 想像하고 있는 만큼 強力하게 영향을 줄 수 없을지 모른다는 것을 인정해야 할지는 몰라도 그 潛在力은 매우 높다.

가장 분명한 영향력을 갖고 있고, 開發되어 나아가야 할 機械知能에 있어서 진보라는 것은 人間을 대치시킬 수 있는 機械의 발달에 있다. 앞으로 곧 개발될 機械는 말하고 있는 單語를 이해할 것이고, 語法이 맞는 言語를 다룰 수 있을 것이며, 人間에 對應하는 機械의 部分에 의해 表現된 문장의 의미를 이해할 것이다. 따라서 이와 같은 機械들은 인쇄하거나 혹은 言語로써 質問과 命令에 대한 應答을 제시하여 주게 될 것이다. 이 機械들의 特質은 人間과 機械사이의 대화에 있어서 人間에 의해 發生된 誤差의 模糊性을 다룰 수 있고, 이제까지 機械를 特性化시키고 屬性을 定義했던 誤字解讀機로 부터 번여 날 수 있는 能力일 것이다.

그러나 機械의 知能은 人間과 機械사이의 인터페이스에 制限을 받지 않는다. 機械는 지치거나 싫증을 느끼지 않고, 약하게 되지 않으며, 人間보다 더 큰 效率와 스피드를 가지고 어떠한 일들을 수행하도록 設計할 수 있다. 만약 機械에 判斷할 수 있는 屬性을 덧붙인다면, 비록 숙련된 오프레이터 만큼 날카로운 判斷力을 가지고 있지 않다고 할지라도, 性能면에서는 우수할 것이다. 戰場에 배치된 센서들로부터 받아들여진 데이터를 解析하는 것은 機械에 引繼될 業務이다. 이러한 冒險에 성공함으로써 命令者는 假想的으로 지체하지 않고 직접 유용한 形態로 요약되고 압축된 광범위하고 많은 情報를 받을 수 있으므로 戰爭面에서 革新을 일으킬 수 있다.

어느 정도 진보된 다른 응용 예는 스마트한 媒體手段들을 포함하고 있다. 스마트 비이클(Vehicle)이라는 것은 스마트한 센서에 自動的인 反作用을 합한 것이다. 이미 이러한 것들이 實戰에 배치되어 있는데, 예로는 F-III나, B-1 과 같은 航空機에 부착된 地

形順應 안테나이다. 이 레이다는 航空機앞에 있는 地形의 높이를 測定하여 航空機가 대처해야 할 것을 인식시켜 주며, 航空機는 이에 따라 飛行을 한다. 그러나 우리는 이보다 더 스마트한 비이클을 만들 수 있어야만 한다. 예로서 유사한 것으로선 포올로우 경기용의 작은 말이다. 비록 포올로우 경기를 하고 있는 기수는 말에게 발을 뻗 때마다 어느 곳에 놓으라고 말해 주거나 머리를 어느 방향으로 돌리라고 일일이 말을 해줄 필요가 없다. 즉 말은 경기가 어떻게 진행되고 있는 지를 알고 공을 쫓아 간다. 기수는 단지 말이 알아야만 하는 부가적인 상황만을 말에게 말을 해주면 된다. 그것은 마치 우리가 타고 있는 戰鬪機에서 그런 방법으로 기수를 돌려야 하는 것과 흡사하다. 즉 우리는 열광적으로 戰鬪에 참가하는 스마트한 戰鬪機를 필요로 한다.

프로세싱 技術을 사용함으로써 스마트한 센서와 같은 흥미 진진한 새로운 能力을 부여받을 수 있다. 레이다, IR, 音響 등 현재의 센서는 실제로 매우 스마트하지는 않다. 왜냐하면 이 센서들은 매우 制限된 프로세싱 能力을 갖고 있기 때문이다. 사용되고 있지 않는 여분의 밴드 幅이 많지 않으므로 패턴을 認識함으로써 관찰하고 있는 것이 무엇인지를 좀더 세밀히 센서가 알려 줄 수 있도록 해주는 프로세싱을 많이 행함으로써 개선해 나갈 수 있다.

監視를 위한 相似로서는 사람의 눈이 단순한 器官이지만, 눈에 보이도록 하는 것을 感知할 수 있도록 해주는 것은 눈뒤에 있는 데이터 프로세싱이다. 그리고 이 프로세서는 매우 복잡하고 高度로 精巧한 器官이다. 우리는 스마트한 센서를 위해 눈과 비슷한 종류의 센서를 필요로 한다. 예를 들면 遠隔操縱되는 비이클 (Remotely Piloted Vehicle, RPV)은 장착된 TV 카메라를 가지고 실시간 警報를 해주기 위해 주위를 날르는 小型 無人 航空機이다. 땅위에 있는 사람이 눈의 能力을 확장시키고자 할때 RPV를 사용함으로써 주위를 넓게 觀測할 수가 있다. 만약 RPV가 모든 방향에서 觀測하고 있다면 RPV가 蒐集한 데이터의 양은 이를 傳送할때 사용할 수 있는 밴드 幅을 초과한다. 따라서 사람의 눈이 蒐集할 수 있는 데이터의 양도 그렇게 많지 않으므로 이 양보다 더 많은 情報를 가지고 들어갈 필요는 없다. 눈은 分解度가 높은 하나의 센터를 갖고 있지만, 눈의 나머지 부분은 조금 낮은 分解度를 가지고 있다. 이렇기 때문에 監視해야할 것이 멀리 떨어진 위치에서 사람의 눈의 움직임은 RPV에 의해 지배받고 방향을 바꾸는 것과 같은 방법으로 센서를 개발하는 것

이 적당하다고 사료된다. 즉 RPV는 사람이 이용할 수 있는 곳에만 高分解로 傳送하고 나머지 地域은 低分解로 보내면 될 것이다. 이와 같은 접근 방법으로 우리는 사용자에게 적절히 整合되는 매우 큰 밴드 幅을 축소시킬 수 있는 能力을 얻을 수 있다.

개선된 電子 카운터-카운터메저 (Electronic Counter-Countermeasure, ECCM)에 관하여 만약 센서가 보고 있고, 그것들이 국면하고 있는 防害종류가 무엇인가를 좀더 낮게 이해할 수 있다면 그때 우리는 훨씬 나은 ECCM 能力을 얻게될 수 있을 것이다. 이와같은 標的 分類에 의해서 標的 아이덴티피케이션 (Target Identification)을 수행한다. 예를 들면 我軍에 소속된 F-4와 敵軍에 소속된 F-4를 구별할 수 없을지 모르지만, 觀測된 비행기가 F-4인지 아닌지를 말할 수는 있다.

指揮官에게 상당히 도움을 줄 수 있고 결정을 보조해 주는 것으로는 戰爭狀況을 미리 예견하여 이것들에 대한 시나리오를 작성해 시뮬레이션하는 模擬戰爭이 有力한 방법중의 하나이다. 戰場의 사건을 綜合하고 매우 유사하게 시뮬레이션할 수 있는 측면은 戰略的 戰爭行爲에 있어서 상당한 이익을 가져다 줄 것이다. 미리 계획된 C³ 기술을 사용함으로써 활동상함과 위치를 나타내는 것이 곧 실현될 것이고 軍事的 段階 (軍, 軍團, 聯隊, 小隊이하 分隊, 各개 兵士)의 戰鬪 排列를 實戰과 유사하게 시뮬레이션함으로써 얻은 결과에 따라 軍事作戰을 수립할 수 있을 것이다. 시뮬레이션을 이용한 模擬戰爭 技法은 野戰 指揮官들의 훈련과 再教育을 위하여 필요하며, 實戰 轉換시킬때 발생하게될 戰鬪 오퍼레이션 중 주요한 變型들을 조사하기 위해 사용될 수 있다.

발전하고 있는 C³ 技術을 많이 적용시키고 증가되는 시장수요로 인하여 현재의 하아드웨어의 가격은 낮아지게 될 것이다. 軍隊運用 費用의 대부분은 보급과 행정군속, 實戰이 일어나고 있는 地域까지 지위를 담당하는 人力들과 관련이 있다. 실패하기 쉽고 시간이 오래 걸리는 공급의 필요를 줄이고, 지원기능의 대부분을 自動으로 수행하는 것이 實現 가능하다. 이렇게 해서 절약되는 비용은 매우 클 것이다.

현재 敵의 位置나, 戰力, 裝備型態, 移動과 活動水準에 관한 사실을 얻을 수 있는 受動센서와 能動센서를 다양하게 활용하고 있다. 敵 通信을 중간 차단함으로써 敵의 현재 位置나 혹은 미래의 意圖와 같은 것을 가끔 알 수 있다. 오늘날 데이터는 人間에 의해 번역되고 또 敵進 가운데 前方回線 가까이 많은 分析家를 配置시킬 수 없기 때문에 다음의 사항들과 같은

制限을 받고 있다. 첫째 人間은 많은 데이터를 처리할 수 없기 때문에 얻을 수 있는 것 보다 다소 적은 데이터는 공격받기 쉬운 高容量의 通信 링크를 통하여 分析家에 보내어 진다. 둘째 데이터를 分析하고, 이들을 상호 연관시켜서 결론을 유출해 내기에 소요되는 시간이 너무 길기 때문에 유용성의 대부분을 잃고 만다. 개발된 機械知能을 이용함으로써 센서와 通信網간엔 전체적으로 새로운 양상들을 이를 기회를 줌으로써, 위에서 언급한 모든 어려움을 피할 수 있게 될 수도 있다.

복잡하고 速度가 빠른 指揮, 統制 시스템은 人間과 機械의 能力을 粗合함으로써 두배의 目標을 달성할 수 있다. 人間은 느린 對應速度를 갖고 있으나 業務中 대단히 복잡한 부분을 수행하며, 반면 機械는 아주 빠른 速度로 단순하고 덜 복잡한 부분들을 수행한다.

만약 우리가 센서에서 바로 蒐集된 데이터의 거대한 量들을 취급하고 分析할 수 있는 작고 값싼 기계를 궁극적으로 갖게된다면 현재 사용되고 있는 센서들을 이용하여 처리해야할 거대하게 많은 量의 情報를 철저히 分析할 수가 있을 것이다. 모든 人工衛星의 像은 흥미를 갖고 있는 그 型態나 型態의 變化에 대하여 기계적으로 조사를 할 수 있다. 電波에 의해 傳送되는 모든 對話(어떤 言語이든 간에)는 적절한 내용을 위해 映像化할 수 있다. 電磁波를 이용하여 標的을 監知하고 位置를 探知하여 다른 蒐集된 데이터와 관련시켜서 分析하게 된다. 원하는 곳 어디에서나 센서가 位置한 곳에서 機械에 의해 分析 가능하고 敵의 窺探에 대해 큰 抵抗을 가진 低 데이터 율(D-data-rate) 通信 링크를 통하여 상대적으로 감소된 결과 傳送하게 된다.

만약 작은 로봇 分析機가 實現 가능하다면 강력한 낮은 데이터 율을 갖는 通信에 의해 命令센터에 연결된 移動할 수 있는 無人自動 方向操節 센서라는 새로운 種類의 탄생을 보게될 수 있다. 飛行機 혹은 로봇車에 실려 運搬 可能한 이러한 센서는 敵의 要衝地에 충분히 스스로 近接할 것이고, 起動성과 敵의 對 센서 防禦에 적절히 대처함을 통하여서 觀測을 계속할 수 있을 것이다. 새메들이 敵進을 뚫고 날아 다니는 것과 같이 我軍의 센서가 敵進을 뚫고들어 갈 能力을 부여받을 수 있을때, 我軍의 指揮官은 사실상 봄으로써 알 수 있는 모든 것을 알 수 있을 것이다. 重量이 작은 레이더나, 音響探知機, 可視의이고 赤外線 地域에서 作動하는 망원경, 受動-에미트-위치-시스템(Emitter-Location-System) 들이 만약 敵과 충분히 가까운 거리에있고, 그것들

이 發見한 것을 처리하여 번역할 수 있는 能力을 함께 운반할 수 있다면 센서들과 같이 그 實現이 가능하다.

5 結 論

C³ 應用에 대한 새로운 C³ 技術의 잠재력은 그 技術로 인해 야기되는 變化를 흡수하는데 연류된 文化的인 문제에 의해 첫째로 制限된다는 것을 우리는 말할 수 있다. 새로운 시스템을 구성해야할 사람들은, 그들이 경험하지 못한 많은 種類의 일들과 직면하고 있기 때문에 전개방법의 하나인 가장 합리적인 接近法을 따라야 할 것이다. 즉 조급씩 만들어서 實驗해 보고, 재순환시켜 나가야 한다. 이러한 方法은 처음 보기엔 항상 速度가 늦은 것처럼 보이지만, 비록 變化 速度는 느리다고 할지라도, 사실 빠른 速度로 향상될 것이다. 그것은 역시 익숙하지 못한테서 오는 공포와 일의 安全性에 대한 관심을 불러 일으키는 새로운 能力을 소개하는데 대한 人間の 抵抗을 줄이는데 도움을 줄 것이다. 또 가격과 크기를 줄이고 現存하는 要素들과 장비의 신뢰도를 증가시켜 줌으로써 상당한 이익을 얻을 수 있을 것이다. 역시 필요한 것은 제공되어야 하는 技術을 變化시킴으로써 새로운 機會를 이용할 수 있는 것이 C³ 應用의 集合體라 할 수 있다. 이러한 것들에 대한 성공이 앞으로 개발해 나가야할 優先順位에 큰 영향을 미치게 될 것이다.

우리나라에서도 첨단분야인 C³ I에 관한 研究는 單事的, 産業的, 經濟的, 地域 地形的인 觀點에서 볼 때 계속 추진되어 나가야만 되리라 사료된다.

참고문헌

- 1) 이 만 형, "C³ I와 推計學的 制御의 應用에 관한 研究" 國防과 技術, 제 69호, 1984. 11, pp. 5 ~ 8
- 2) 이 만 형, "C³ I 와 스토캐스틱 콘트role에 관하여", 대한전기학회지, Vol 33. No. 1, 1984, pp. 14 ~ 2 5.
- 3) M. Athans, W.B. Davenport, Jr. E.R. Ducot, and R.R. Tenney, "Surveillance and Target Tracking", Proceeding of 4th MIT/ONR Workshop on Command-Control-Communication (C³) Problem, October 1981.

- 4) "United States Air Forces Computer, Technology Forecast and Weapon Systems Impact Study," (COM-TEC 200), HQ AFSC TR 78-03, December 1978.
- 5) S.J. Driole, and G.W. Hopple, "They're Only Human: Decision-Makers in Command and Control," "Signal March 1982, pp. 45-59.
- 6) J.J. Marciniak, "Technology Needed for C³ I Evolution," Vol. 20, July 1982.
- 7) K.E. Mcvicar, "C³: The Challenge of Change," IEEE Trans. or Aerospace & Elec. S. Vol. AES-20, July 1984, pp. 401-413.

◆ 꼬 마 상 식 ◆

◇ 商用으로서 成功이 期待되는 GaAsIC

GaAsIC는 速度가 最大의 魅力으로서 最近 材料의 改良과 더불어 各 메이커에서는 다음과 같이 集積度의 向上을 計劃하고 있다.

Harris社(美 California州 Milpitas)에서는 最初로 GaAs에 의한 2種類의 디지털 IC를 發表했는데 하나는 시프트 레지스터이고 나머지 하나는 바이너리 카운터로서 이들의 速度는 실리콘에 의한 最高速의 것에 比하여 5倍의 高速으로 되어있다.

한편 日本電氣에서는 最初로 商用 GaAs IC인 2~3 GHz 帶의 廣帶域增幅器를 發表하였으며 個別素子에 의한 마이크로波 GaAs FET를 開發할때 많은 메이커에서는 IC化에 沒頭하였다고 한다.

그런데 Gigabit Logic社(美 California州 Newbury park)에서는 12種의 GaAs 素子와 이 素子를 利用한 回路의 設計를 簡單化하기 위하여 開發用 포트를 發表하였다고 한다.

GaAsIC의 用途로서 큰 期待를 갖는 것은 1980年代의 後半에 시스템의 性能向上을 目標로한 美軍用을 들 수 있다. 예를 들면 Raytheon社(美 Massachusetts州 Lexington)에서는 GaAs 온포트 衛星컴퓨터를 製作하고 있으며 또한 몇몇 半導體메이커에서는 防衛機器會社와 GaAs 칩의 供給契約을 맺고있다. 그런데 Tektronix社에서는 今年末에 民需用으로 depletion mode를 市場에 出荷할 豫定으로 있다.

한편 日本과 유럽메이커에서는 GaAs 칩에 관해서 美國에 뒤떨어져있으나 Siemens社(四獨, 문헨)에서는 2段의 GaAsIC 增幅器를 販賣하고 있는데 이것은 衛星放送의 直接受信用인 12GHz 回路用으로서 開發한 것이라고 한다. 日本은 現在 GaAs IC를 量産하고 있지않으나 會社自體裝置用 또는 衛星通信裝置用으로서 製造하고 있다고 한다.

또한 GaAs 材料의 技術的인 問題는 結晶의 完全성에 있는데 現在 平均的인 材料는 2in 웨이퍼로서 平方cm當 10,000個의 欠陥을 갖고 있는데 웨이퍼當의 價格은 174弗이며 실리콘의 20倍 價格인 것이다.

그런데 住友電氣에서는 GaAs 材料에 관해서 日本의 75%와 世界 45%의 마케트쉐어를 갖고 있으며 3in 웨이퍼로서 欠陥이 제로인 것을 12個月 以內에 供給할 것이라고 하는데 現在 平方 cm 當 2,000個의 웨이퍼가 販賣되고 있다고 한다. 그런데 GaAs는 G비트의 速度를 容易하게 얻을 수 있는데 2年間에 100게이트의 集積도가 1,000게이트로 向上되었으므로 앞으로 마케트사이즈의 豫想은 困難하나 各 會社의 展望은 伸長될 것이라고 한다.