

船舶의 自動化와 Computer利用의 現況과 問題點

河 注 植*

1. 序 論

2. 船舶自動化的 概況

2.1 在來船

2.2 集中監視方式의 自動化船

2.3 機關室無人化船

2.4 超自動化船

3. 船舶에 있어서 Computer의 利用

3.1 船舶에 있어서 Computer System導入의 對象과 內容

3.2 Computer System構成의 推移

3.3 超自動化船의 問題點

4. 結 論

參考文獻

1. 序 論

1945年 第2次世界大戰이 끝나자 世界各國은 産業施設의 膨脹과 戰爭中에 開發된 戰略技術의 民間産業에의 轉用으로 高度의 經濟成長을 이룩하였고 이에 따라 經濟水準과 文化水準이 급속도로 向上되어 가기 始作하였다. 이러한 현상은 産業의 多樣性, 商品의 精密性 生産競争의 熾熱化, 勞動力의 不足 등을 超來하였고, 마침내는 産業의 近代化, 自動化, 合理化를 불러 일으키고 各種産業分野에서 技術革新을 일으키게 하였다. 한편 船舶에 있어서는 浮動性과 孤立性이라는 宿命的인 特殊性에서 오는 技術의인 難點, 즉 항상 물위에 떠서 움직이기 때문에 振動이 심하고 周圍溫度의 變化가 極심하며 分과 溫度가 많을 뿐 아니라 일단 航海를 떠나면 陸上과는 달리 외부로부터의 技術 및 資源의 지원없이 獨自의으로 모든 것을 해결해야 하는 어려움등의 惡條件으로 인하여 陸上産業에 있어서 보다 近代化가 훨씬 뒤져있었으나 陸上에서의 産業의 膨脹과 勞動條件의 改善等으로 海技士중 특히 機關士들이 大舉海上에서 陸上으로 進出하는 現象이 1950年代에 접어들면서 北歐의 Norway 등 先進海運國을 中心으로 하여 일어나기 始作하였고, 이에 對處하기 위하여 船舶에서도 不可避하게 技術革新이 導入되기 始作하였다. 즉

前述한 바와 같은 船舶의 特殊性에서 오는 難點을 克服하고 1950年代 後半부터 船舶의 近代化 自動化가 일어나기 始作하였으며 그로부터 約 20년이 지난 오늘날의 船舶은 高度로 自動化되고 또한 大型化, 高速化, 專用化되어 그 面貌를 一新하고 있다.

그러나 船舶의 自動化 또는 近代化에 대해서 論議를 하려면 먼저 船舶의 機能에 對해서 살펴보아야 한다. 一般의으로 船舶이라고 하면 그 範圍가 대단히 넓으나 經濟性을 제일 重要視하는 一般商船을 주로 그 對象으로 한다면 그 機能은 대략 다음 6種類로 분류된다.

- (1) 航海關係(計劃航行操船, 其他航海設備의 管理)
- (2) 機關關係(主機關, 補助機關의 運轉管理)
- (3) 荷役關係(貨物의 積載, 揚荷 및 管理)
- (4) 安全關係(衝突 및 坐礁防止, 風浪避航, 防火, 防水, 救命등)
- (5) 通信關係(船內, 船外通信 및 通信設備의 管理)
- (6) 事務厚生關係(서비스, 醫務, 衛生 등)

以上の 6種類의 機能 가운데 機關關係는 火力發電所 등의 陸上 플랜트와 그 機能이 類似하여 현재 가장 自動化가 發展되고 있다. 其他關係에 있어서는 한 시스템으로서의 自動化가 늦어지고 있었으나 最近 computer의 導入으로 航海關係, 安全關係 및 荷役關係 등에 있어서의 自動化가 많이 發展되었으며 通信關係에서는 部分的으로 自動化장치가 採用되고 있다. 또한 厚生關係에 있어서는 船舶의 自動化가 始作되면서부터 陸上으로 移管되는 業務가 많아졌다.

* 正 會 員 : 韓國海洋大學 教授 · 工博

本稿에서는 船舶自動化的 現況과 船舶에 있어서의 利用의 computer現況 및 問題點에 對해서 概略的으로 살펴보기로 한다.

2. 船舶自動化的 概況

앞에서 論한 것처럼 船舶의 自動化的은 世界第2次 大 戰以後에 急激히 發展하였다. 勿論 1945年以前의 船舶 이라고 건혀 自動化的이 이루어지지 않은 것은 아니다.

오늘날의 大洋航海에 重要한 役割을 하고 있는 自動操 舵裝置(Auto Pilot System)는 1921년부터 船舶에 採用 된 것이며 機關의 調速機(Governor)는 18世紀에 開發 된 것으로 自動制御의 始初라고 알려져 있다. 本章에 서는 船舶을 自動化的의 觀點에서 分類하여 그 概況을 살펴보기로 한다.

2.1 在來船(Conventional Ship)

世界 第2次大戰이 終戰되기 以前의 船舶 즉 自動化的이 本格的으로 이룩되지 않는 船舶을 말한다. 그러나 이 在來船에도 自動化的裝置, 警報裝置 등이 部分的으로 는 採用되고 있었다.

2.2 集中監視方式의 自動化的船(自動化的 第1期)

在來船에 自動化的裝置, 警報裝置 등을 더욱 積極的으로 採用하여 機關室以外에 制御室을 別途로 設置하고 監視計器, 調節裝置 등을 制御室에 集中化함으로써 機關室內의 各機器를 效率的으로 運轉하고 監視할 수 있으며 主機를 위시하여 機關室에 散在해 있는 各種機器를 遠隔制御할 수 있도록 設計된 船舶을 集中監視方式의 自動化的船이라 말한다. 또한 制御室의 制御裝置의 一部分을 船橋에도 設置함으로써 機關을 船橋에서 遠隔調整(Bridge Remote Control)할 수 있도록 設計되어 있는 船舶도 있다. 1961년에 建造된 日本의 三井船舶의 "金華山丸"은 世界最初의 pridge remote control 船으로서 有名하다.

2.3 機關室無人化船(自動化的 第2期)

船舶의 自動化的은 Norway를 中心으로 한 北歐諸國에서 海上生活를 기피하고 陸上으로 進出하는 海技士들이 많아 船員確保가 어렵게 되어, 이를 打開하기 위하여 始作된 것이었으나, 集中監視方式의 自動化的만으로는 船員確保의 難點을 根本的으로 해결할 수 없었다. 즉 船員生活의 環境을 밤에는 잠을 자고 낮에는 일을 하는 人間本然의 姿態로 改善하여 船員이라는 職業을 魅力 있는 職業으로 만들지 않고서는 船員의 求人難을 해결할 수 없게 되었다. 이렇게 해서 우선 機關部만이 라도 夜間當直을 廢止할 수 있도록 自動化的裝置를 갖춘

船舶 즉 機關室無人化船이 建造되게 되었다. 이 機關室無人化船은 自動化的機器의 信賴度를 높이고 back up system을 많이 採用하여 一定時間동안 機關室을 無人化할 수 있도록 船級協會에 登錄된 船舶이다. 이에 대한 船級符號로는 NV(놀웨이의 船級協會)의 EO(Engine Room Zero people), LR(英國의 船級協會)의 U.M.S. (Unattended Machinery Space), BV(불란서의 船級協會)의 AUT.(Automation), ABS(미국의 船級協會)의 A.C.C.(Automatic Control System for Unattended Certified), NK(日本海事協會)의 MO, GL(독일의 船級協會)의 Z, RI(이태리의 船級協會) IAQ 등이 있으며 우리나라의 KR도 機關室無人化船에 대해서 U.M.A. (Unattended Machinery Automatic System)라는 船級符號를 設定하고 이에 대한 規定을 定해두고 있으나 아직 이에 登錄한 船舶은 없다. 機關室無人化船으로는 1964年 4月 日本의 三井造船, 玉野造船所에서 建造한 Denmark의 셀마·탄號가 그 始初로서 그후 急激히 隻數가 增加되어 1972년에 피어크를 이루었으나 1973년의 石油波動의 影響으로 船舶自動化的의 發展速度도 多少둔화되어 제자리 걸음을 하고 있는 實情이다.

2.4 超自動化的船(自動化的 第3期)

以上은 주로 機關關係에 있어서의 自動化的에 關한 것으로 航海關係, 荷役關係 및 安全關係 등에 있어서는 그 業務의 복잡성으로 computer의 利用없이는 本格的인 自動化的이 이룩되기 어려워 차츰 船舶에도 computer control system이 導入되기 始作하였다. 즉, 船舶에 computer를 搭載하여 機關의 運轉狀態監視 및 效率制御, 異狀檢診, 緊急措置, 船位 및 航海計算, tanker의 荷役管理, 自動衝突豫防 및 坐礁防止 등을 D.D.C. (Direct Digital Control)로 行하는 高度集中制御方式의 自動化的船을 超自動化的船이라고 말한다. 船舶에 있어서 computer control system은 California大學의 海洋調査船 Argo號등 初期에는 주로 研究用船舶에 採用되었으나 1967年頃부터 셀船舶(불란서)의 turbine船인 Tanker Dolabella號를 위시하여 Norway의 王立科學技術協會所屬의 貨物船 Taimyr號, 日本의 三光汽船의 Dissel貨物船 星光丸, 三菱重工業의 長崎造船所에서 建造된 turbine機關의 tanker 鳥取丸 등 computer 搭載船이 속속 建造, 就航되고 있으며 그 實績과 信賴性이 漸次로 認定되어 가고 있다. 現在 就航되고 있는 超自動化的船은 약 100隻 가까이 이르는 것으로 推定되며 computer system導入의 對象과 그 內容에 대해서는 다음 章에서 具體的으로 考察해보기로 한다.

3. 船舶에 있어서 Computer의 利用

一般商船에 있어서 computer使用에 의한 各種의 自

動化가 開始된 것은 1960年代의 後半이였지만 그 當時는 所謂 mini-computer가 充分히 發達되지 못했고 또한 高價이였기 때문에 船舶의 自動化에는 陸上用의 中小型 computer 또는 制御用 computer를 1臺 設置하여 中央集中制御方式을 採用했었다. 그러나 그후 優秀한 mini-computer가 開發되고 그 價格도 急速히 低下됨에 따라 船舶에 있어서의 computer利用形態도 中央集中制御方式에서 分散方式으로 變遷되어가고 있다. 現在 新銳商船에는 어떠한 形態로든 computer應用機器가 搭載되고 있는 경우가 많다.

本章에서는 超自動化船에 있어서 computer利用의 現況과 問題點 및 그 시스템構成의 推移에 대해서 概括的으로 살펴 보기로 한다.

3.1 船舶에 있어서 Computer System導入의 對象과 內容

船舶에 있어서 computer system의 應用分野를 機能別로 分類해 보면 다음과 같다.

- (1) 航行分野(航海關係와 安全關係의 一部를 合한 分野)
 - (2) 機關分野(機關關係)
 - (3) 荷役分野(荷役關係)
 - (4) 其他分野
- 가. 航行分野

이 分野는 出港地에서 目的地까지 船舶을 安全하게 操縱하는 作業에 關係되는 分野로서 이를 한 시스템으

로 생각하여 船舶航行시스템을 블럭線圖로서 表示하면 그림 1과 같이 된다.

이 船舶航行分野는 어느 分野보다도 船舶의 特異性이 顯著한 分野이다. 航行分野에 있어서 computer利用에 의한 自動化의 內容을 다시 機能別로 分類해 보면 다음과 같다.

- (1) 最適航路計算 및 航海計算
- (2) 船位測定
- (3) 衝突 및 坐礁豫防
- (4) 自動操舵

最適航路計算은 出航地로부터 目的地까지의 豫定航路 周邊海域의 氣象豫報 및 氣象統計資料를 基礎로 하여 海上狀況을 豫想하고 船體 및 荷物の 動搖 및 波浪衝擊에 의한 許容值의 限界條件으로 하여 目的地까지의 所要時間, 燃料消費量이 期待되는 航路를 算出하는 것이나, radio나 faemile에 의하여 氣象通報를 받는 現在의 方法으로는 氣象데이터의 形態가 computer의 入力으로서 不適當하고 船上에서는 最新의 詳細한 氣象情報를 얻기가 困難할 뿐 아니라 計算內容이 방대하여 船舶에서 最適航路를 計算한다는 現在로서는 어려우며 今後 陸上 computer에 의해서 最適航路를 計算하여 衛星通信回路를 利用하여 船舶에 指示해주는 方法이 採用될 것으로 豫想된다. 航海計算은 豫定航路에 있어서의 變針點 및 針路의 計算을 行하고 船位測定과 關聯해서 豫定航路로부터의 偏位 및 偏流量을 計算한다. 船位測定은 Decca, Loran, Omega 등의 雙曲線航

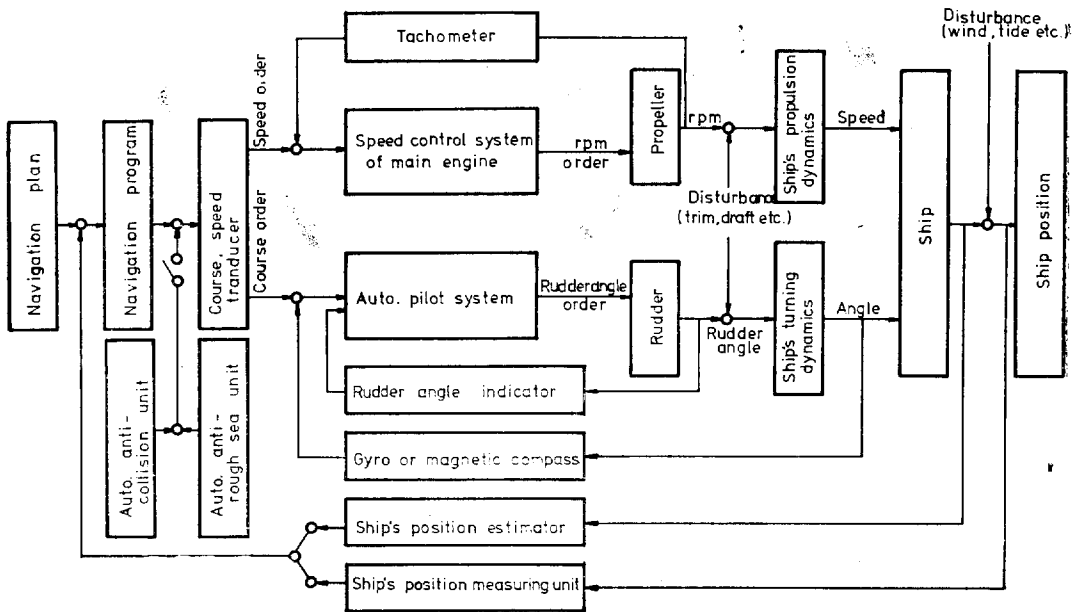


그림 1. The block diagram of the ship's navigation system

法機器, 人工衛星航法, Gyro-Compass, 船速推定裝置 등으로 부터의 데이터 또는 天測데이터를 利用하여 現在의 船位를 計算하고 對地速度의 計算, X-Y記錄計에 의한 海圖의 作成, 航跡의 記錄 등을 行한다. 衝突豫防은 Doppler Radar의 信號를 基礎로 해서 自船과 他船과의 相對運動을 算出하여 부타운管에 벡터表示를 行함과 同時에 C.P.A.(Closest Point of Approach), T.C.P.A.(Time of Closest Point of Approach)를 計算하여 미리 設定한 最接近安全距離와 比較하여 衝突危險의 有無를 判定하며 on line 또는 off-line으로 危險하다는 것을 알리고 避航操船命을 내린다. 그러나 現在의 技術로서는 radar의 目標檢出力에 限界가 있기 때문에 비, 구름, 海面反射 등의 雜音을 完全히 分離시킬 수가 없어 computer의 衝突豫告를 100% 信賴할 수 없으며, 특히 大型船에 있어서는 船體의 運動方程式이 아직도 完全히 把握되지 않는 點 등의 問題點이 남아 있다. 坐礁豫防은 船首底部에 設置한 Doppler Sonar로 부터의 信號를 基礎로하여 制動限界距離內에 存在하는 海中障害物을 檢出하여 衝突豫防 System과 關聯하여 避航操船指令을 내리는 것으로 淺海에서는 音道屈折, 海中騒音에 의하여 探知距離가 制限되고 緩慢한 傾斜를 가지는 障害物의 表示, 데이터處理方法등에 아직도 더욱 檢討되어야 할 問題點이 많이 있다. 自動操船裝置로서는 오래 전부터 auto pilot system이 實用化되어 信賴性이나 性能面에서 특히 優秀한 裝置가 多數 開發되어 있다.

이 裝置는 Gyro Compass의 指示値와 設定針路의 差를 檢出하여 操舵機를 驅動함으로써 船舶의 針路를 設定針路와 一致케 하는 것이다. 그러나 海流바람등의 影響으로 船舶의 方位는 設定針路를 維持하고 있으나 船位는 設定航路를 벗어나게 될 수도 있다. 最近 船位測定을 良好한 精度로 行할 수 있게 됨에 따라 設定航路대로 航海하도록 하는 computer制御가 可能하게 되었고 또한 最適制御에 의해서 氣象海象등의 變動에 대해서 computer에 의한 가장 經濟적이고 安全한 自動操舵도 可能하게 되었다.

나. 機關分野

이 分野는 船舶의 자동화에 있어서 가장 發達되고 또한 成功하고 있는 分野로 그 實績이 豊富하다. 이 分野에 있어서 computer利用에 의한 自動化를 다시 機能別로 細分해 보면 다음과 같다.

- (1) 플랜트의 狀態監視, 警報, 記錄
- (2) 플랜트의 制御
- (3) 플랜트의 狀態解析

(1), (2)는 制御를 analog대신 digital로 行하는 것以外에 從來의 自動化船과 다른 것이 없으며 (3)은 石

油波動以後 특히 그 重要性이 認定되고 있는 바 그 目的은 플랜트를 最大效率의 狀態로 維持하고 故障를 豫防하며 또한 故障個所를 指摘하는데 있다. 從來 플랜트의 補修, 點檢은 定期的인 方式이 많이 採用되어 왔다. 이것은 設計段階에서의 豫測, 使用者의 經驗 등에 의해서 一定期間마다 部分品の 交換 및 오우버홀을 實施하여 故障의 發生을 未然에 防止하는 方法이나 點檢하는 場所에 따라서는 大分解作業을 要하는 경우가 있으며, 分解해 보아서 그 時點에서 別다른 措置를 要하지 않는 경우도 많이 있기 때문에 보다 더 效率적이고 科學的인 保守方法의 開發이 要望되어 왔다.

最近의 大型船舶에 있어서 플랜트의 效率를 1% 上昇시키면 年間 約 1,070萬원의 燃料費가 節約된다고 한다. 換言하면 플랜트를 最大效率의 狀態로 維持하는 것은 매우 큰 經濟效果를 얻을 수 있다는 것이다. 또한 大型 tanker에서 1日의 運航收入이 大略 2,000萬원 이상이 된다고 하므로 故障修理關係로 1日間 休航을 시켰다면 그 損失은 莫大하다. 따라서 플랜트의 機能低下傾向을 正確히 把握함으로써 플랜트를 그대로 運轉했을 경우 耐用限界에 이르기까지의 日數를 豫測하여 그 時點에 이르기 전에 適宜히 便利한 곳에서 補修를 行하는 것이 바람직하다. 플랜트 解析에서는 壓力, 溫度, 톨크, 流速, 回轉數 등의 檢出器(Sensor)로 부터의 信號를 處理하여 加熱器, 冷却器, 보일러, 凝縮器 各種 pump 등의 效率, 主機의 出力, 燃料油의 消費量 推進器의 效率 등을 算出하고 플랜트의 設置當의 最適 狀態와 設計條件을 考慮하여 各 變數의 正常狀態 및 異常狀態의 基準値를 決定하고 常時 各部의 狀態를 比較 監視한다. 또한 各 機器의 效率低下 및 溫度, 壓力 등의 正常狀態로부터의 變動量을 檢出하고 그 變動의 原因을 指摘함과 同時에 現在의 性能低下의 比率를 延長하여 許容値와의 交點에 이르기까지의 時間을 算出함으로써 現時點에서의 耐用時間을 豫測한다. 이와같이 computer에 의하여 各機器의 性能低下를 항시 把握하여 그 原因을 分析하여 事故를 豫防하고 항상 플랜트를 效率가 가장 좋은 狀態로 維持하는 것을 一般적으로 豫防保全系統(Preventive Maintenance System)이라고 부른다. 여기에서는 S.P.M.(Statistical Preventive Maintenance)와 M.P.M.(Monitored Preventive Maintenance)의 두 方法이 있으며 最近 M.P.M.이 더 有效하다는 理論도 나와 있다. 그러나 各機器의 性能을 評價하는 基準은 아직도 開發中에 있으며 그 一例를 들어 보면 표 1과 같은 것이 있다.

今後 플랜트의 狀態監視, 故障摘出의 能力이 더욱 細部에까지 擴張되어 갈 것으로 생각되지만, 그러기 위하여서는 測定目的에 맞는 Sensor의 開發과 注目하

표 1. An example of performance criteria

Objects of Evaluation	Performance Criteria	Variations of 1 year (%)	Objects of Detection	Units	Remark
	$K \cdot \frac{SHP}{N_1 \cdot 3}$	5~14	SHP N ₁	PS RPM	Main engine shaft horse power Main engine revolution
Efficiency of Plant	$K \cdot \frac{SHP}{AF_1 + BF_2 T_1}$	3~10	SHP F ₁ F ₂ T ₁	PS l/h m ³ /min °C	Flow rate of F.O. supplied to diesel engine and boiler Flow rate of air supplied to diesel engine and boiler Air temperature
Performance of Diesel engine	Diesel engine $K \cdot \frac{(N_1 + T_2) P_1}{P_2}$	10~18	N ₁ P ₁ P ₂ T ₂	RPM kg/cm ² kg/cm ² °C	Mean effective pressure Scavenging air pressure Scavenging air temperature
	Turbo charger $K \cdot \frac{P_2}{N_2^2}$	5~15	P ₂ N ₂	kg/cm ² RPM	Turbo-charger revolution
Performance of Turbine	$K \cdot \frac{SHP}{F_3(i_1 - i_2)}$	1~3	SHP F ₃ P ₃ T ₃ P ₄	kg/h kg/cm ² °C mmHg	Steam consumption Steam pressure Steam temperature Condenser vacuum
Performance of Boiler	$K \cdot \frac{F_3(i_1 - i_3)}{AF_1 + BF_2 T_4}$	2~10	F ₃ P ₃ T ₃ F ₁ F ₄ T ₄ T ₅	kg/h kg/cm ² °C l/h m ³ /min °C °C	Flow rate of air supplied to boiler Temperature of air supplied to boiler Feed water temperature

i₁: Enthalpy of steam, i₂: Enthalpy of condenser water, i₃: Enthalpy of feed water, K A B.: Constant

는 現象을 把握하는 데에 最適한 測定個所의 決定, 現象을 正確하게 把握하기 위한 새로운 計測技術의 開發 등이 要望된다. 예를 들면 稼動狀態에서 軸系의 摩擦을 檢出할 수 있는 感度 좋은 Sensor의 開發, 音響, 振動 등의 spectrum分析 및 相關技法 등이 플랜트의 狀態監視, 故障發見 등에 有效한 것으로 생각되는 바 이들에 대한 檢討가 앞으로 더욱 要望된다. 또한 現在 플랜트內에 配置된 수 많은 Sensor로 부터의 情報를 computer에 傳送하기 위한 케이블의 設置費는 莫大한 金額에 이르고 있는바 sharing에 의한 情報傳送方式등도 今後에 檢討되어야 할 問題이다.

다. 荷役分野

이 分野에서의 computer를 利用한 自動化의 內容은 다시 機能別로 나누어 보면 다음과 같다.

- (1) 船體荷重의 計算 및 監視
- (2) 荷役順序의 指示
- (3) 荷役의 自動制御

船體荷重計算에서는 船型 및 船內各所의 積荷量에 關한 데이터를 處理하여 船體各部의 隔壁에 作用하는 剪

斷力, bending, moment, 總積荷量, 航體姿勢, 重心位置 등을 算出하여 表示한다. 許容值以上の 荷重이 걸리지 않도록 荷役을 行하여 船體의 安全을 維持하는 것이다. tanker의 경우에는 液面計를 利用하여 各 tanker의 液位를 電氣的인 信號로 바꾸어 computer에 傳送함으로써 荷役中 時時刻刻으로 變하는 船體各部의 荷重데이터, 船體姿勢데이터를 常時監視하면서 computer에 의해서 各部의 밸브, 펌프를 直接 制御하는 所謂 自動荷役이 可能하게 되었다. 이때 問題가 되는 것은 操作者의 操作失手機器의 誤動作, 故障 등이 發生했을 경우의 安全策의 確保이다. 이에 대하여서는 個個의 밸브, 펌프 등의 制御系統에 手動優先形의 change over switch를 設置하고 各 檢出器, 制御機器의 故障를 細密하게 點檢하는 computer program을 computer에 內藏하며 各 要素마다 局部的인 安全裝置를 하는 등의 方法이 利用되고 있다. 이러한 computer control system은 操作이 複雜하여 取扱者가 取扱에 익숙해지려면 相當한 時間이 要한다. 특히 一般船舶에서 乘組員은 1年 程度로서 交代하는 경우가 많으므로 交代한

때마다 乘組員의 訓練을 要한다. 따라서 이러한 computer control system에 대하여 操作이나 構成機器 등에 대한 一定한 統一基準을 設定할 것이 要望되고 있다. 現在는 各製作者가 技術競爭의 段階에 있으며 必要性을 느끼고 있으나 具體的인 統一化의 움직임은 아직 보이지 않고 있다. 이러한 실정을 감안하여 Man-Machine Communication을 위한 display操作部分 등의 設計에 많은 研究를 行하여 computer에 의한 操作指示, 人間과 computer에 의한 二重點檢 등의 方法이 採用되고 있다.

다. 其他分野

其他分野에 있어서 computer의 利用으로서는 在庫管理, 給料計算, 醫療診斷 등이 있으나 이는 陸上의 것과 大同小異하며 漁網制御시스템, 精密船位維持시스템, 海底케이블施設시스템 등도 開發되고 있으나 여기에 대해서는 省略한다.

3.2 Computer System構成의 推移

船舶에 있어서 應用 system의 種類, 規模 및 構成은 超自動化의 實施範圍, 內容, 精度에 따라 決定되는 것으로 이에 대한 어떤 標準이 있는 것은 아니지만 船用 computer system을 大別하면 다음 方式이 있다. 즉 1臺의 大型 process制御의 computer를 搭載하여 全體의 system을 制御하는 集中制御方式(C.C.S.; Centralized Computer System)과 各 system마다 專用의 mini-computer를 利用하여 獨立의 制御를 行하는 分散制御方式(L.C.S.; Localized Computer System)의 두가지 方式과 이 두가지 方式의 混合方式이 있다. C.C.S.方式은 L.C.S.方式에 比較하여 hardware가 安價로 될 수 있고 computer를 效率의 運用할 수 있으나, 處理內容의 緊急度에 따라 處理順位를 決定하는 interrupt, 時間分割制御 등의 機能을 가지는 software가 複雜하게 되고 computer에 故障이 생겼을 때는 이의 管理下에 있는 全 system이 影響을 받는 등의 缺點이 있다. L.C.S.方式은 各 computer에 idle time 또는 free time이 생겨 computer의 稼働率이 나빠지고 hardware가 高價인 點등이 缺點이다. 船舶自動化의 黎明期라 할 수 있는 1960年代의 後半에 computer가 처음으로 船舶에 導入될 때는 1臺의 中型 computer 또는 制御用 computer에 의한 C.C.S.方式이 주로 採用되었다. 그러나 이러한 自動化項目中에서 機關部門에 屬하는 것은, 데이터處理가 주된 內容이라든가 應用對象에 따라 處理速度, 優先度 등에 있어서 전혀 性格이 다른 內容의 것이 混在하고 있어 hardware, software雙方에 대한 各部門의 要求條件이 더욱으로 相異한 것이 많아 software의 開發에 細心한 注意를

要하였고 특히 operating system이 複雜하여 多大한 勞力이 必要했다. 또한 C.C.S.方式은 computer 故障에 對備한 back up system에 대하여도 考慮를 必要로 하였고 船內데이터케이블의 量이 膨大하며 그 施設作業도 相當한 量이 되었다. 이러한 問題點이 臺頭되고 있는 次第에 1970年代에 접어들면서 高信賴, 低價格의 mini-computer가 開發되기 始作하여, 船舶에 있어서도 computer control system의 構成傾向이 C.C.S.方式에서 L.C.S.方式으로 變遷되어 가기 始作하였다. 즉 各部門別로 1臺 또는 複數個의 專用 mini-computer를 各部門의 作業場所에 가까운 곳에 設置하여 獨立의 管理 및 制御를 行하게 되었다. 各部門의 作業內容이 相互間 別로 關聯이 없는 點 그리고 各部門別 作業場所가 떨어져 있는 點등도 이러한 分散化를 促進시키는 한 要因이 되었다. 그 후 mini-computer의 價格은 急速度로 低下되고 그 機能도 多樣化되고 專門化되어 單體機器로서의 computer應用 system이 出現하였다. engine logger, 機關狀態解析裝置, 荷役計算機 船體荷重 및 船體監視裝置, 自動 omega航法裝置, 人工衛星航法裝置(N.N.S.S.; Navy Navigation Satellite System), 衝突豫防 radar, 自動操舵裝置 등이 그 代表的인 例이다. 1970年의 後半에 들어와서 일어나기 始作한 micro-computer의 普及과 IC記憶裝置의 價格低下는 다시 system分散化에 拍車를 加하여 computer system의 應用分野는 船用機器의 末端까지 浸透하고 있으며 이러한 system은 大概 機器各部의 自己診斷機能과 故障警報機能을 갖도록 義務化되어 있다. 또한 各 單體機器에 使用되는 computer에 統一性을 期하기 위하여 補修用豫備品の 共通利用과 取扱의 容易性을 期하려는 움직임도 보여지고 있다. 앞으로 別途로 1臺의 中型 computer를 搭較하여 이러한 mini-computer 또는 micro-computer에 의한 各 單體의 computer control system을 綜合管理하고 back up해 주며 船舶全體를 total system으로 하여 監視制御함으로써 效率를 增大시키고 合理化하는 問題 즉, C.C.S.方式과 L.C.S.方式을 混用하는 system도 檢討되어 질 것으로 豫想된다.

船舶에 있어서 computer control system의 한 例로서 그림 2는 超自動化의 試驗船으로 建造되어 現在 成功的으로 運航되고 있는 日本의 turbine tanker鳥取丸(Totori Maru)에 採用된 computer control system의 hardware配置圖이다. 이는 C.C.S.方式을 採擇하고 있으며 표 2는 여기에 作用된 computer MELCOM-350-5S의 hardware특성을 나타낸다.

3.3 超自動化船의 問題點

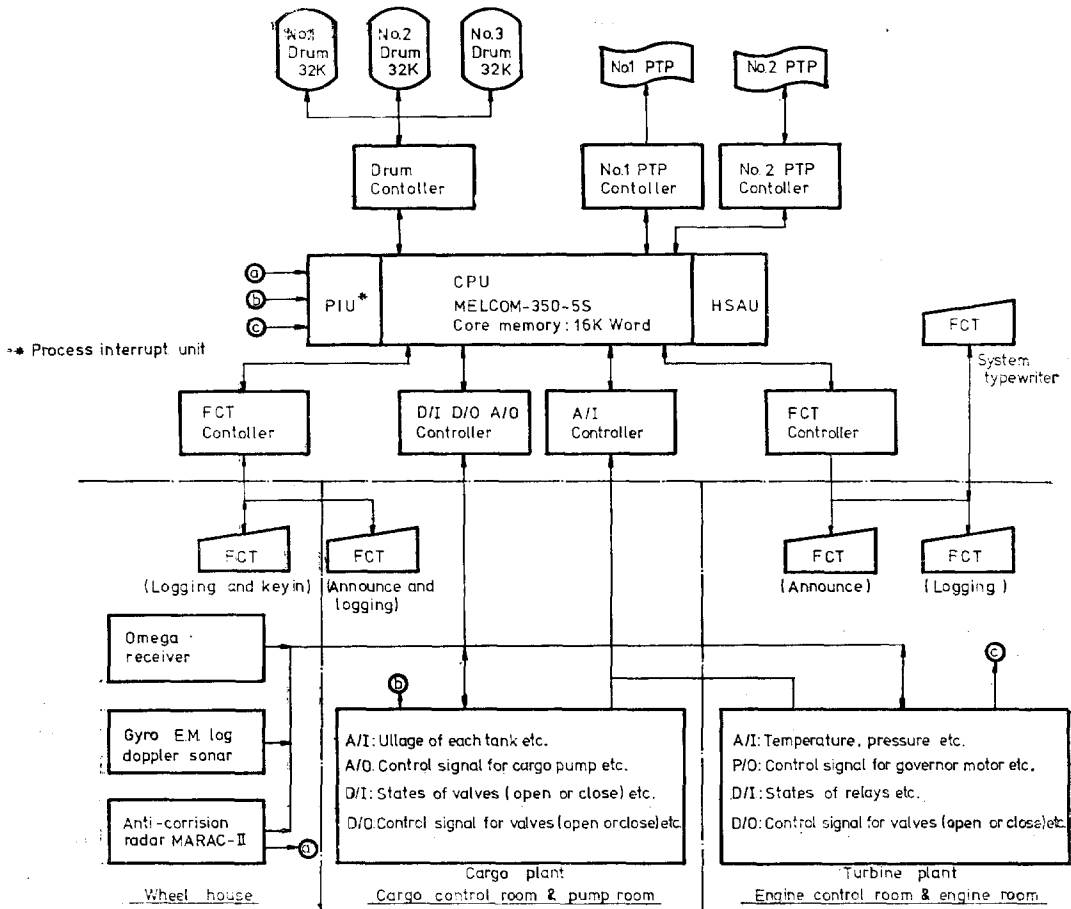


그림 2. Hardware diagram of the computer control system of "Tottori Maru"

표 2. Particulars of MELCOM 350-5S computer hardware

Item	Remarks	Quantity
Computer	Central Process Unit(CPU) Core Memory High Speed Arithmetic Unit(HSAU)	1 set 4 Kword×4 sets 1 set
Peripheral Device	Aux. Memory(Drum) Fixed Carriage Typewriter(FCT) Paper_Tape Reader(PTR) Paper_Tape Puncher(PTP)	32 Kword×3 sets 5 sets 1 set 1 set
Process Inputs and Outputs	Analog Input(A/I) Analog Output(A/O) Digital Input(D/I) Digital Output(D/O) Pulse Input(P/I) Pulse Output(P/O) Process Interrupt Input	256 Points 3 Points 640 Points 576 Points 16 Points 8 Points 36 Points
Console	Navigation Typewriter Desk Enging Typewriter Desk Engine Operator Console Cargo Handling Console Computer Control Console	1 set 1 set 1 set 1 set 1 set
etc.	Non-Blackout Power System	1 set

現在 computer搭載船으로서 運航되고 있는 Taimyr號(Norway船), 鳥取丸(日本船)등은 良好한 實績報告를 하고 있어 超自動化船의 經濟性은 점차 高潮되고 있기는 하나 computer system에 대한 問題點 經濟性에 대한 問題點이 아직 남아 있다.

가. Computer System에 대한 技術的인 問題點

A. Hardware의 問題點

- (1) Interface 즉 制御對象과 computer를 連結하는 入出力裝置가 너무 高價이다.
- (2) 實際의 海上에서와 꼭 같은 振動條件下에서의 陸上試驗이 困難한 바 振動에 대한 檢討가 더욱 必要하다.
- (3) 鹽分 및 濕度關係로 computer의 信賴性이 低下되고 MTBF值가 溫度上昇과 더불어 현저하게 低下된다.
- (4) Computer는 그 信賴性을 높이기 위하여 可能한 限 단순한 것이 要望되며 특히 加動部가 많은 機械式은 世全한 電子回路構成으로 代替할 것이 要望된다.
- (5) Hardware의 價格面에서 다소 희생하더라도 信賴性을 높이기 위하여 LCS採用이 要望된다.

B. Software의 問題點

- (1) Software가 너무 高價이다. 앞으로 software의 標準化와 量產化가 要望된다.
- (2) Program의 信賴性을 높이기 위하여 陸上에서 system에 대한 檢討와 綜合 Debugging을 充分히 行할 必要가 있다.
- (3) 自動異狀診斷시스템에 있어서 어느程度를 異狀으로 볼 것인가에 대한 基準이 아직은 모호하다.
- (4) On-line으로 最適制御를 行하기 위하여는 더욱 收斂速度가 빠른 最適手法의 開發이 要望된다.
- (5) 各 船마다 system의 共通性이 적어서 船員教育이 問題가 된다.

나. 超自動化船의 經濟性에 대한 檢討

現在 大型船(大略 10萬톤以上의 船舶)을 超自動化船으로 自動化하려면 30億원 以上을 自動化裝置에 投資하여야 된다고 한다. 船舶을 近代化하고 自動化하는데에는 時代的인 思潮, 人間의 價値觀, 企業의 倫理觀등 複雜한 要因들이 作用하리라 생각되지만 經濟性을 제일로 하는 一般商船의 경우 그 算探性이 問題가 될 것이다. 勿論 船舶을 高度로 自動化하면 그에 比例해서 더 많이 船員數를 減少시킬 수 있기 때문에 船員費가 줄어들 것이다. 그러나 이 船員費切減만으로는 앞에서 記述한 自動化裝置에 要求되는 投資額을 감당할 수는 없다. 따라서 超自動化船의 經濟性을 檢討할 때에는 直接的으로 눈에 보이는 船員費切減以外에 直接的으로

눈에 보이지는 않지만 安全性的인 向上 및 運航經濟性的인 向上등으로 期待되는 利益을 考慮에 넣어야 할 것이다. 最近船舶이 大型化되고 高速化됨에 따라 船舶安全性的인 問題가 大端히 重要한 問題로 擡頭되고 있으며 특히 港內 또는 沿岸에서 大型 tanker의 海難事故가 發生하여 그 기름이 海面에 流出되었다면 그 船舶의 損傷에서 오는 直接的인 損害는 말할 것도 없고 기름을 除去하는 데에 所要되는 經費는 數千億에 達할 수도 있다고 한다. 만일 船舶에 computer를 搭載함으로써 船舶의 安全성을 조금이라도 向上시켜, 事故發生의 確率을 줄일 수 있다면 예기에서 期待되는 利益은 實로 莫大할 것이다.

또한 computer에 의한 自動異狀檢診시스템의 導入, 機關의 效率的인 運轉管理등의 船舶의 各種 故障回數가 줄어들고 運航日數가 조금이라도 增加될 수 있다면 여기에서 期待되는 利益 赤是 多大할 것으로 생각된다.

4. 結 論

船舶分野에 있어서 過去10年間 가장 進歩된 것의 하나는 自動化이다. 過去에 있어서 主機關의 性能과 軸系의 強度上의 問題등에 대하여 많은 關心을 가졌던 船舶關係者가 그 以上으로 自動化에 대하여 關心을 갖게 된 것은 省力化에 의하여 乘務員의 勞動條件을 改善함과 同時에 自動化에 의하여 乘務員의 數를 削減함으로써 船舶의 運航費를 切減하여야 할 必要性이 切實히 要望되었기 때문이라고 생각된다. 그러나 石油波動以來 世界各國이 低成長期를 맞아 船舶自動化도 當分間 僅 進展이 없을 것으로 보여진다. 그 一例로서 日本 NK의 各年度別全入級船에 대한 MO入級船의 比率이 1972년에 35%로서 피이크를 이루던 것이 1975년부터는 10%로 減少하여 現在에 까지 그 狀態를 維持하고 있다. computer를 搭載한 超自動化船의 運航隻數도 점차 增加되고 그 信賴性도 認定이 되고는 있지만 1980年代의 前半까지는 超自動船에 대한 反省期가 계속될 것으로 보이며 보다 더 價格이 低廉하고 利用率이 높은 mini-computer의 使用에 의한 單純化, 統一化가 앞으로 促進될 것으로 생각된다.

本稿에서는 船舶自動化的인 現況과 船舶의 computer control system에 대해서 極히 概括的으로 紹介하는데 끝쳤다. 보다 더 細部的인 것에 대해서는 本稿末尾의 參考文獻이나 이에 대한 專問書籍을 參考하기 바란다. 멀지 않아 computer가 船舶運航에 必要不可缺한 機器로 登場할 것만은 의심할 餘地가 없는 바 本稿가 이 分野의 關聯者들에게 多少나마 도움이 되기를 빌어 마지 않는다.

< p. 21에 계속 >