

항해데이터의 유효성 및 무결성 검증을 위한 평가방법

최항섭, 박동호, 김기철, 진민정
기계전기연구소, 현대중공업주식회사

Methods for Testing Navigation Data of Validity and Integrity

Hang-Soeb Choe, Dong-Ho Park, Ki-Cheol Kim, Min-Jung Jin
Electro-Mechanical Research Institute, Hyundai Heavy Industries, Co., Ltd.

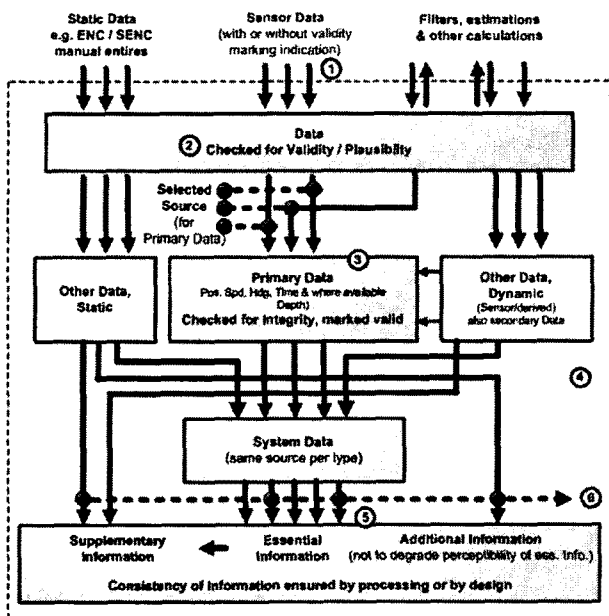
Abstract - 통합항해시스템이라 함은 자동화된 선박의 운용에 관한 것으로, 다양한 항해 센서(GPS, Gyro, Speed Log, echo sounder)를 이용하여 선박의 항해에 필요한 각종 정보를 입수하여 최적의 항로를 설정해 주고, 운항의 안정성과 효율을 극대화시키는 시스템을 지칭한다. 즉, 선박의 운항에 필요한 다수의 모듈들을 독립적으로 운용하는 것이 아니라 이를 통합된 형태로 운용하여 효율을 극대화시키는 시스템이 통합항해시스템이라 할 수 있다. 통합항해시스템은 다양한 항해 센서들과 항해 시스템으로 구성되며, 다양한 항해 데이터들은 항해 센서로부터 수신하여 처리하는 동작을 수행한다. 즉, 통합항해시스템은 다수의 센서들로부터 수신된 정보를 평가하고 잠재적 위험과 무결성 저하에 대해서는 적절한 경고를 제공하여야 한다. 따라서, 항해센서 데이터의 유효성(Validity) 및 모호성(Plausibility) 검사와 무결성 감시(Integrity Monitoring)는 통합항해시스템의 필수적 기능이라 할 수 있다. 본 연구에서는 IEC 61924 규격에 의한 항해센서로부터 수신된 항해데이터가 정확하고 유효함을 가지는 지에 대한 가치평가의 척도와 독립적인 데이터 소스로부터 데이터를 비교하여 검증하는 무결성, 정확도 이내의 정보를 완전하고 명확한 방법으로 사용자에게 제공하는 무결성 감시의 방법을 제시하며, 항해센서들에 의해 취득되는 항해 데이터의 무결성 검사를 통한 유효성, 적용가능성, 무결성의 평가방법을 기술한다.

1. 서 론

통합항해시스템의 국제규격인 IEC 61924에서는 항해센서의 모든 데이터를 CCRS(Consistent Common Reference System)의 과정을 통하여 유효성(Validity), 무결성 감시(Integrity Monitoring)의 결과 데이터를 항해정보로 제공하도록 하고 있다. 본 연구에서는 IEC 61924를 기초로 항해 센서데이터의 중요한 데이터(위치, 속도, 시간, 수심)중에서 선박 위치정보의 유효성(Validity)/모호성(Plausibility) 검사 및 표기 방법과 무결성 감시(Integrity Monitoring)의 검사 및 표기방법을 기술한다.

2. 본 론

2.1 Consistent Common Reference System(CCRS)의 데이터 흐름도



<그림 1> CCRS의 데이터 흐름도

<그림 1> CCRS의 데이터 흐름도는 통합항해시스템(INS: Integrated Navigation System)을 통하여 데이터가 어떻게 항해에 필요한 정보 즉, 제1의 데이터(Primary Data)과 시스템 데이터(System Data), 그리고 마지막으로 출력 및 디스플레이 정보가 되는지 데이터의 흐름을 보여준다.

- ① INS는 다양한 센서(GPS, Gyro, Speed Log 등)로부터 수신되며, 센서로부터 수신된 센서데이터는 IEC 61162의 통신규격에 의하여 유효성이 표시될 수도 있고, 표시되지 않을 수도 있다.
- ② 센서로부터 수신된 정보를 데이터라고 부른다. 모든 데이터는 유효성이 검사되고 모호성이 검사가 된다.
- ③ 모든 항해 센서 중 위치, 속도, 선수각, 수심의 센서데이터가 유효성 및 모호성이 검사가 된다. 이 센서는 2개 이상의 소스를 갖도록 되어 있으며, 2개 이상의 소스 중에서 선택한 데이터라고, 그 데이터를 제1의 데이터라고 한다.
- ④ 제1의 데이터와 동일한 소스의 센서 또는 동일한 형식의 센서에서 무결성 감시를 통하여 시스템 데이터가 된다. 시스템 데이터는 모든 정보의 동시성을 갖아야 한다.
- ⑤ 정보는 동작을 위해서 측정 또는 수집 계산된다.
- ⑥ 시스템 데이터는 디스플레이 및 Essential information의 출력으로 사용되는 데이터로 분배된다. 시스템 데이터는 위치, 속도, 선수각, 수심데이터를 포함해야 한다.

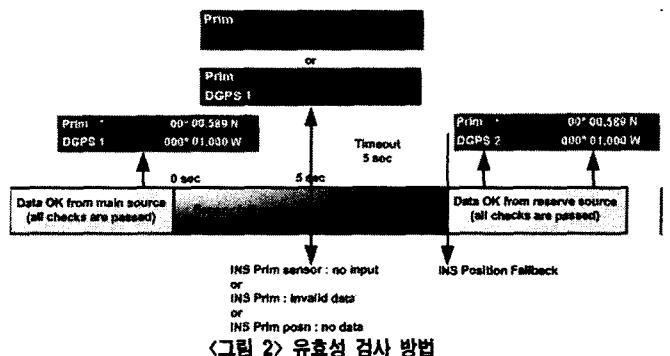
2.2 유효성(Validity) 및 모호성(Plausibility) 검사

- (1) 유효성 및 모호성 검사 방법
- ① 항해 센서는 IEC 61162의 규격으로 정보를 수신 받으며, 수신된 메시지에 약속된 필드의 유효성 값과 체크섬(Checksum)의 값이 제공되며, 또한 모호성의 검사를 통하여 각 필드의 적절한 값을 갖는지 판단한다. GLL의 통신 메시지 :
\$-GLL, ll, ll, a, yyyy.yy, a, hhrmm.ss, A, a *hh<CR><LF>
- 유효성 : GPS 센서로부터 GPS의 GLL Sentence가 유효한지 유효하지 않은지 번호 4의 필드정보가 입력된다.
- 모호성 : 각 필드의 적절한 값을 갖는지 검사한다.
- 체크섬 : 통신 메시지의 8비트 Exclusive OR 이다.

<표 1> GLL의 통신 메시지

번호	필드	내용
1	GLL	Geographic position latitude/longitude
2	ll, ll, a	위도, N/S
3	yyyy.yy, a	경도, E/W
4	A	A = 유효함 V = 유효하지 않음
5	hh	체크섬

② <그림 2>와 같이 데이터의 유효성 검사는 5초 이내에 이루어지며, 데이터의 입력 없는 상태와 유효성 상태를 검사한다. 제1의 데이터가 비정상인 경우, 5초의 타임아웃 이후에 제1의 데이터를 다른 소스로 대체를 하게 된다.



<그림 2> 유효성 검사 방법

(2) 유효성의 표시방법

① 입력 없음 또는 체크섬 검사

〈표 2〉 입력 없음 및 체크섬 검사 표시방법

시간	상태	데이터	소스	지시LED
T < 5초	정상	흰색	흰색	녹색
T ≥ 5초	비정상	적색(*로 표시)	적색	없음

② 유효성 또는 모호성 검사

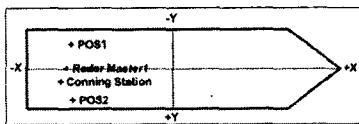
〈표 3〉 유효성 및 모호성 검사 표시방법

시간	상태	데이터	소스	지시LED
T < 5초	정상	흰색	흰색	녹색
T ≥ 5초	비정상	적색	흰색	없음

2.3 Consistent Common Reference System(CCRS)

(1) 기준 위치

통합항해시스템의 위치 센서는 GPS 2개로 이루어져 있다. 선박의 기준 위치는 Conning Station의 위치를 기준 위치로 하며, GPS의 2대는 Conning Station의 위치를 보정한다.



〈그림 3〉 선박의 기준 위치

(2) 기준 시간

통합항해시스템의 기준은 GPS에서 제공받으며, 시스템 시간으로 동기화하여 사용된다. GPS의 시간과 시스템 시간은 최소 2초의 차이를 가져야 하며, 시간 초과 시 GPS시간으로 보정된다.

(3) 시지연 보상

최대 시지연은 1초를 초과하면 안된다.

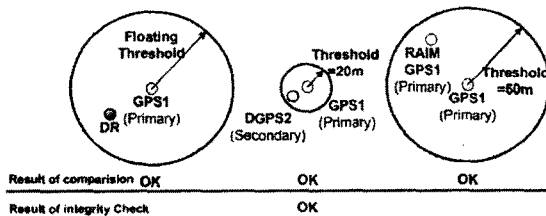
2.4 무결성 감시(Integrity Monitoring)

(1) 무결성 감시 방법

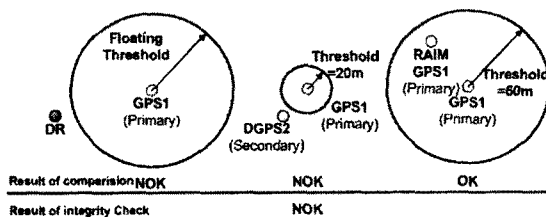
① 통합항해시스템의 위치 정보를 위해서 제1의 위치(Primary position)과 제2의 위치(Secundary position)가 사용되며, 위치 정보는 그 외에도 위치 추정을 위한 Dead Reckoning(DR)이 있다. 위치 정보의 제2의 위치는 한계 값을 갖는다. 만약 설정된 한계 값 보다 실제 값이 작다면 검사는 정상이다. 위치 센서로 GPS1, GPS2, DR, RAIM(Receiver Autonomous Integrity Monitoring)의 4 가지로 위치 정보를 생성한다.

〈그림 3〉은 제1의 데이터를 GPS1으로 선택되면, DR의 한계치를 설정된 값 보다 작으면 정상으로 제2의 데이터 DGPS2가 한계치(20m)보다 작으면 정상이고 RAIM의 한계치(20m)보다 작으면 정상으로 이들의 결과를 비교하여 무결성 검사가 정상으로 된다.

〈그림 4〉는 위의 같은 비교방법으로 측정결과 제1의 데이터 GPS1과 DR 비교가 비정상이고, 제1의 데이터 GPS1과 제2의 데이터 GPS2 비교가 비정상이고, 제1의 데이터 GPS1과 RAIM의 비교가 비정상인 경우 이들의 결과를 비교하여 무결성 검사는 비정상으로 된다.



〈그림 4〉 위치데이터의 무결성 검사(정상)



〈그림 5〉 위치데이터의 무결성 검사(비정상)

② 위치정보의 한계치는 <표 3>과 같으며, DR(Dead Reckoning)의 M은 Gyro의 데이터와 Speed Log의 RMS(root-mean-squar)의 반경이다.

〈표 4〉 센서의 한계 값

데이터 소스	센서	한계 값
제2의 위치 소스	GPS	60m
	DGPS	20m
	ER	레이더의 범위 1% 또는 30 m
RAIM	GPS	60m
	DGPS	20m
DR(Dead Reckoning)	GPS	60+Mm
	DGPS	20+Mm

$$M = S \times \sqrt{M_G^2 + M_L^2} \text{ (nm)}$$

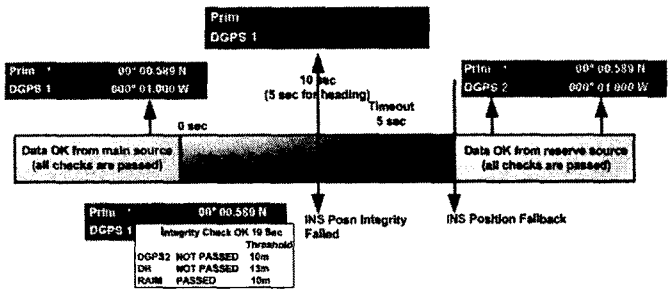
M_G - course 측정 오차(1%)

M_L - speed 측정 오차(2%)

S - coordinate count-off 지점에서 DR의 거리

③ <그림 6>와 같이 통합항해시스템에서 위치 데이터의 무결성 검사는 10 초 이내에 이루어진다.

또한, 데이터의 유효성이 비정상으로 검사되면, 5초의 타임아웃 이후에 제1의 1 데이터를 다른 소스로 절체를 하게 된다.



〈그림 6〉 무결성 감시 방법

(2) 무결성의 표시방법

〈표 5〉 무결성의 표시방법

시간	상태	지시LED
T < 10초	정상	녹색
T ≥ 10초	비정상	적색
	의심되는 상태	황색

3. 결 론

IEC 61924 규격의 통합시스템은 각종 센서데이터의 안전한 정보로 제공받기 위하여 유효성 검사 및 무결성 감시를 하도록 되어 있다. 본 논문에서는 통합항해시스템에서 제1의 데이터(위치, 속도, 시간, 수심) 중에 위치데이터의 센서들로부터 수신된 정보를 평가하고 잠재적 위험과 무결성 저하에 관련한 항해센서 데이터의 유효성 및 모호성 검사와 무결성 감시의 방법을 논술했다. 현재 선박시스템은 범규에 의한 강제적인 환경으로서, 국제안전위원회(ISM: International Safety Management)의 규약(2002년 7월 이후부터 시행)은 선박의 모든 책임을 선장이 지는 무한책임제에서 선박과 육상간의 책임을 분류하여 공동책임제로 전환하여 육상에서 선박의 운항관리 책임이 늘고 있는 실정이다. 이에 대한 대책으로 선박 자동화시스템에 통신시스템을 적용하여 육상에서 감시, 제어하는 방안이 대두되고 있다. 또한 국제해사기구(IMO: International Maritime Organization)의 해상인명안전위원회(SOLAS: Safety of Life at Sea)에서는 항해안전 규정에 의거하여 강제 탑재가 의무화 되었다. 이에 IEC 61924 규격의 통합항해시스템은 선박 시스템의 의무화 및 항해 안정성 요구로 점차 증가될 것으로 예상된다.

〈참 고 문 헌〉

- [1] Kelvin Hughes Ltd. 2001 "ninas Integrated Navigation System", Approval Drawings.
- [2] IEC 60092-101, Electrical installations in ships- Part 1: Definitions and general requirements.
- [3] IEC 60812, Failure Mode Evaluation Analysis.
- [4] IEC 60872-3, Electronic plotting aid(EPA) - Performance requirements - Methods of testing and required test results.
- [5] IEC 60936-1, Shipborne radar - Performance requirements - Methods of testing required test results
- [6] IEC 60945(Ed 4), General requirements.
- [7] IEC 61924 CD2, Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems- Integrated Navigation System
- [8] DNV Type Approval Programme A-844.70, Grounding Avoidance System(GAS)