

소형항공기 및 초경량 비행장치의 감시장비개발에 관한 연구

Development of the Surveillance System for Small Aircraft and Ultra Light Air Vehicle

황병원*, 김칠영(한국항공대학교), 남기욱, 전향식(한국항공우주연구원)

I. 서 론

ICAO에서 규정한 차세대 항공기 감시장비시스템의 장비들은 항공기에서 신호를 응답하거나 위치정보등을 전송하는 장치가 설치되어야 감시기능이 가능하다[1]. 따라서 소형항공기 및 초경량 비행장치에 대하여 항공당국이 이러한 장치를 전국적으로 운영하는데에는 다음과 같은 문제점을 가지고 있다.

첫째, SSR 트랜스폰더등 항공기 탑재장치는 고가이므로, 경제적으로 큰 부담이 된다.

둘째, 초경량비행장치 이용자들은 자신의 비행 위치를 다른 사람에게 알리는 것을 꺼리므로 이러한 장치의 설치를 법적으로 규제하여도 설치하지 않는 경우가 많게 될 것이다.

셋째, 초경량비행장치는 낮은 고도에서 비행하므로 SSR 신호등을 전국적으로 수신할 수 있는 장치를 구축 및 운영하는데에도 큰 비용이 수반된다. 이러한 관점에서부터 새로운 감시장비는 가능한한 다음과 같은 요건을 갖추어야 한다. 즉, 초경량 비행장치에 탑재되는 장치가 없어도, 동작되어야하고, 전국의 모든 저고도 공역을 감시하는 시스템을 구축하는 것은 현실적으로 불가능하므로 필요시에 용이하게 이동 설치할 수 있어야 한다.

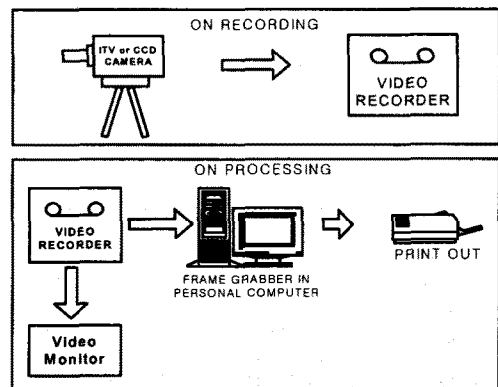
상기의 모든 문제점을 해결하기 위한 본 연구는 현재 산업, 교통 및 사회의 거의 모든 분야에서 원격 감시용으로 널리 응용되고 있는 산업용 텔레비전(ITV : Industrial Television) [2] 또는 고체영상센서(CCD : Charge Coup -led Device)[3]를 이용하여 동영상의 실시간 처리에 의한 근거리용 소형 항공기 및 초경량비행장치의 탐지와 추적을 위한 시스템, 즉 항공교통 파라미터의 계측 시스템을 개발하는 것이다. 항공교통 파라미터라 함은 공항으로의 접근 단계로부터 착륙 활주시까지 및 이륙하는 단계의 항

공기의 검출, 항공기의 자세 및 추적 등을 말한다. 또한, 착륙한 항공기가 계류장으로 이동하는 경우의 충돌방지를 위한 경보기능도 포함된다. 이들은 이미 본 연구진이 개발한 영상처리에 의한 교통류 계측 시스템을 이용한다[4].

II. 항공교통파라미터의 계측 시스템

1. 계측시스템

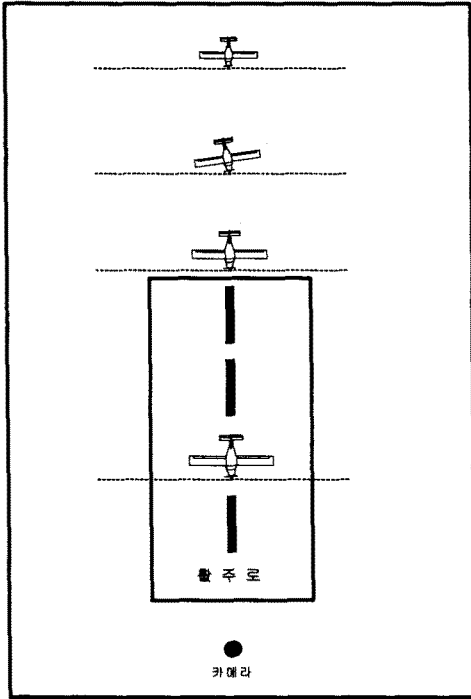
그림 1에 항공교통 파라미터 계측용 영상처리 시스템을 표시한다.



<그림 1> 항공교통 파라미터의 계측 시스템 구성

야외에서 ITV 또는 CCD 카메라로부터 촬영된 영상을 실험실로 가져와서, 실험실에서 재생하면서 처리 알고리즘을 개발한다. 알고리즘 개발이 끝나면 ITV 또는 CCD 카메라는 직접 영상처리 시스템에 연결되어 실시간 처리가 가능하게 된다. 프레임 그라버(Frame Grabber)는 하나의 주사선상에서 최대 640점에서 비디오 신호를 샘플할 수 있다. 각 샘플점의 휘도치는 8비트, 즉 256레벨로 디지털화 된다.

본 실험에서는 처리속도를 높이기 위하여 최대 640점의 샘플점으로 부터 등간격으로 160 샘플점 만을 선택하고, 8비트 휘도치는 4비트, 즉 0~15 수치를 사용하는 16레벨로 디지털화 하고 있다.



<그림 2> 샘플점열과 카메라의 위치 사이의 관계

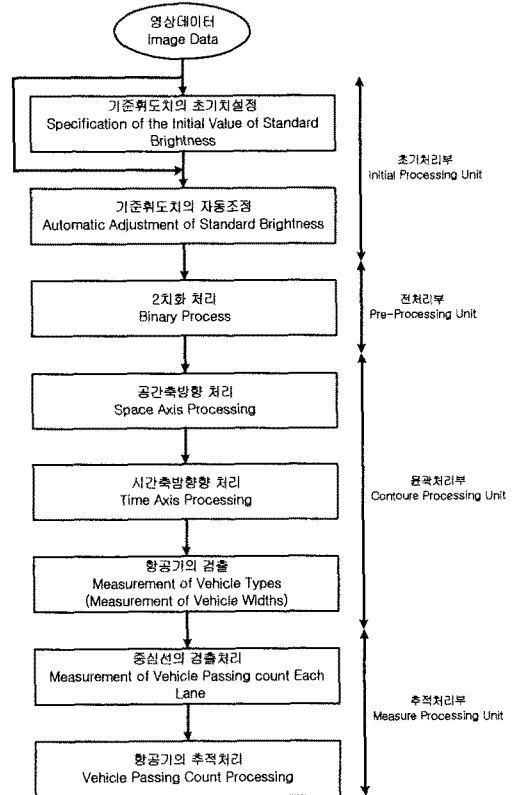
전 시스템의 동작은 2개의 사이클을 교대로 동작시키는 구성을 채용하고 있다. 첫 번째 사이클은 카메라에 의해서 얻어진 항공기가 포함된 영상들을 기수 프레임에서 AD변환 처리하는 사이클이고, 2번째 사이클은 우수 프레임에서 디지털화된 영상으로부터 항공교통 파라미터를 계측하는 사이클이다.

2. 계측대상 및 방법

카메라의 위치와 샘플점열 사이의 관계를 그림 2에 표시한다. 항공기의 존재는 샘플점열의 항공기의 영상의 휘도치와 배경(하늘, 건물, 활주로 등)의 휘도치를 비교하는 것에 의해서 얻어진다. 항공기의 존재의 패턴에는 전기적 및 광학적 잡음이 존재한다. 이들 잡음은 시간축(Y축)과 공간축(샘플점열축, 즉 X축)의 적당한 평활화 처리를 수행한다. 이들 처리를 거치면

최종적으로 항공기의 윤곽이 검출된다. 윤곽의 중심선을 검출하고 중심선을 연결하면 항공기의 추적이 가능하다.

III. 항공기의 검출 및 추적 알고리즘



<그림 3> 항공기의 검출 및 추적알고리즘의 흐름도

항공기의 검출 및 추적 알고리즘의 흐름도를 그림 3에 표시한다. 이하에 흐름도의 각 부분에 대하여 설명한다.

(1) 초기 처리부

1) 기준휘도치의 초기치 설정

배경부분의 휘도치의 변동이 급격하지 않는 것을 이용하여 연속한 프레임의 휘도치를 비교하는 것에 의해서 기준 휘도치를 컴퓨터에 인식시키는 방법을 채용한다. 먼저 휘도 패턴의 최초의 프레임의 휘도치를 메모리에 축적하여 둔다. 다음 2번째 프레임의 휘도치를 최초의 휘도치와 비교하여 그 값이 다른 경우에는 새로운 값을 메모리에 치환한다. 그 값이 동일한 경우에는 연속 횟수를 세고, R개 연속한 경우에

그 값을 초기치로 결정한다. 초기치가 설정된 후에는 휘도치 패턴의 데이터는 이 처리를 점프하여 직접 기준 휘도치 자동 조정처리가 이루어진다. R의 값은 실험적 검증을 통해서 결정된다.

2) 기준휘도치의 자동조정

어떠한 원인으로 배경부의 휘도치(기준휘도치)가 변화하면, 배경부와 배경부가 아닌 부분의 구별이 불가능해진다. 여기에서는 외계(外界)의 영향으로 배경부의 휘도치가 변화하더라도, 그 변화에 자동적으로 추종할 수 있는 알고리즘을 다음과 같이 고안했다. 초기치 설정부에 의해서 설정된 기준 휘도치 $X(I)$ 에 대하여, 배경부로 판단되는 휘도치 $X(I) \pm 1$ 이 T1 프레임 연속한 경우, 기준 휘도치를 이 값으로 변화시킨다.

(2) 전처리부

전처리부는 배경부 휘도치의 자동조정을 기초로 하여 배경부로부터 항공기부분을 분리 검출하는 처리부로, 여기에서는 2차화처리로 이루어진다.

$I(n,t) < LL$ 또는 $I(n,t) > Lu$ 일 때, $p(n,t)=1$ 이라고 하고, 그 이외일 때 $p(n,t)=0$ 이라 한다. $p(n,t)$ 는 2차 처리후의 항공기의 존재를 표시하는 지표이다. 단, $I(n,t)$ 는 n번째의 샘플점의 시각 t에서의 휘도치를 표시하고, $Lu=X(I)+1$, $LL=X(I)-1$ 은 배경부의 휘도치의 상한과 하한을 표시한다.

(3) 윤곽처리부

전처리부인 2차화처리에 의해서 배경부로부터 분리된 항공기부분을 1, 배경부를 0으로 한 p패턴에는 전기적, 광학적 잡음이 포함된다. 윤곽처리부는 이상과 같은 현상에 의한 문제점을 제거하고, 정확한 항공기의 윤곽을 그리는 것을 목적으로 하며, 그렇게 하기 위하여 공간 축 방향 및 시간축방향의 처리를 삽입하기로 한다.

1) 공간축방향의 처리 I

항공기의 윤곽을 명확하게 하기 위하여 항공기속에 0으로 되는 잡음을 제거하는 처리로, 이 처리를 STEP 1라고 하고 이하에 그 알고리즘을 설명한다.

STEP 1

공간축방향의 $p(n,t)=0$ 로 되는 잡음을 제거한다. $p(n,t)=0$ 가 공간적으로 2개이상 연속하여 0일 때에는 $P(n,t)=0$ 으로 하고 그 외일 때에는 $P(n,t)=1$ 로 한다. $P(n,t)$ 는 공

간축처리에 의한 잡음 처리가 끝난 항공기의 존재를 표시하는 지표이다.

2) 시간축방향의 처리

시간축방향의 잡음제거 및 항공기의 일부가 갈라지는 것을 막기 위하여 삽입한 처리로, 이 처리를 STEP 2로 하고, 이하에 그 알고리즘을 설명한다.

STEP 2

$P*(n,t-1)=0$ 이고, $P(n,t)$ 가 $P(n,t-\Delta+1)$ 로부터 Δ 회 연속하여 1일 때는 $P*(n,t)=1$ 로 하고, $P*(n,t-1)=1$ 이고, $P(n,t)$ 가 $P(n,t-\Delta+1)$ 로부터 Δ 회 연속하여 0일 때에는 $P*(n,t)=0$ 로 한다. 단, Δ 와 Δ 1은 실험적 검증에 의해서 각각 3과 5로 했다.

IV. 처리과정 및 평가

상기 알고리즘을 처리하면 항행중인 항공기가 검출되고 항공기의 중심선을 연결하면 항공기의 추적이 가능하다. 예상되는 처리결과를 그림 4에 표시한다.

본 연구에 의한 성과를 이용하면 다음과 같은 분야에 활용할 수 있는 것으로 판단된다.

첫째, 관제레이더를 설치하기 어려운 소형 비행장 및 초경량비행장치 이착륙장에 이를 설치하여 항공기의 탐지에 활용한다. 항공기를 탐지하게 되면, 이 항공기 등의 위험상태 파악, 비행금지구역 침범 등을 확인할 수 있어 제한적인 통제가 가능하고, 활주로의 이탈 등이 예견될 경우에는 항공기에 경고를 하여 항공 사고를 방지하는 데에도 기여할 것으로 판단된다.

둘째, 항공기 사고의 원인규명에도 활용될 수 있다. 보잉사에 의하면 대부분의 항공기 사고는 순항중일 경우보다 주로 이착륙시에 발생한다. 따라서, 이 장치를 이용하면 이착륙시의 사고를 영상으로 기록할 수 있으며, 이는 매우 유용한 사고조사 분석자료로 활용될 수 있다[5].

셋째, 새로 개발되는 시스템은 조종사 등의 비행교육훈련에도 유용하게 활용될 수 있을 것이다. 현재의 조종사들의 조종교육에 도움을 주는 장치로는 비행훈련장치(Flight Training Device)의 대응으로 사용할 수 있다.

후 기

본 연구는 건설교통부 국가교통핵심기술개발 사업 “항공용 위성항법시스템 기반기술 개발”에 의한 연구비 지원으로 수행되었으며, 지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. “Automatic Dependent Surveillance-Broadcast(ADS-B) Concept of Use”, ICAO Air Navigation Conference, 2003.
2. Hwang, Byong-Won, et al.: A Study on Real Time Measurement of Vehicle Speed Using Dynamic Image Processing 5th World Congress on Intelligent Transport Systems. (1998).
3. Hwang, Byong-Won, et al.: A Traffic Flow Measuring System Using a Solid-State Image Sensor. IEEE International Conference on Road Traffic Data Collection. (1984).
4. Hwang, Byong-Won, et al.: Measurement System of Traffic Flow Using Real-Time Processing. LNAI 2718, (2003) 296-305.
5. Boeing, “Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents”, “Worldwide operation 1959-2002”, 2003. 5.

<그림 5> 예상되는 항공기의 검출 및 추적처리 과정

V. 결 론

산업, 교통, 사회의 각 분야에서 응용되고 있는 산업용 텔레비전(ITV)을 사용하여 동영상의 실시간 자동처리 방법에 의한 근거리용 소형항공기 및 초경량 비행장치의 탐지와 추적을 위한 시스템 및 그 알고리즘을 개발하였다.

영상계측시스템에서는 ITV에 의한 실시간 처리를 가능하게 하기 위하여, 화면의 전화소를 처리하는 대신에 화면상에 미리 설정한 비교적 소수의 샘플점의 휘도 정보만을 취급하는 프레임 그래버를 사용하였다.

이와같은 알고리즘을 이용하면 소형항공기의 검출 및 추적은 물론이고, 항공사고의 원인규명에도 활용할 수 있다. 이외에 조종사등의 비행교육훈련 뿐만아니라, 항공기의 착륙 이후 계류장까지의 이동시 충돌을 예방하면서 안전하게 이동시킬 수 있는 장점이 있다고 판단된다.