

쿼터니언을 이용한 비행운동 모델링 Flight Dynamics Modeling Using Quaternions

황명신*, °박옥제**

*한국항공대학교 항공우주 및 기계공학부(Tel:+82-2-300-0108; Fax:+82-2-3158-2191; E-mail:mshwang@mail.hangkong.ac.kr)

**한국항공대학교 대학원 항공공학과(Tel:+82-2-3158-4060; Fax:+82-2-3158-2191; E-mail:parkwj@mail.hangkong.ac.kr)

Abstract This paper presents the comparison of Euler-Rodrigues quaternion and Euler Angles using attitude kinematics for aircraft flight simulation. It is hard for PC-Level to accomplish real-time simulation. The purpose of this paper is to accomplish real-time simulation of the aircraft dynamics modeling parts and the graphics parts. The computation time is more reduced in case of applying quaternions than Euler Angles. This paper provides a quaternions algorithm and it's applications for the real-time simulation.

Keywords Flight Dynamics, Quaternions, Simulation

1. 서론

본 연구에서는 6 자유도 비행운동 모델링에 쿼터니언 좌표계를 이용하여 그 특성을 오일러 좌표계와 비교하기 위한 것이다. 비행시험 자료를 사용한 운동방정식의 모델링과 창박시계에 대한 그래픽적인 표현에서 수학적 모델링 부분과 그래픽적인 부분 모두가 실시간 시뮬레이션이 가능하여야 한다. 일반적으로 PC 급에서는 시뮬레이터 구현이 비교적 어렵다. 현재 그래픽 장비의 발달로 PC 에서도 중간 수준의 해상도에서는 구현이 가능하고 있다. Cooke^[1], Phillips^[2]에 의하면, 사용하는 오일러 좌표계보다 쿼터니언 좌표계가 특정부분에 있어서는 계산량이 많이 줄어드는 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 Network 을 사용할 필요가 없는 UAV(Unmanned Aerial Vehicle)의 비행운동 방정식 모델링에 관한 알고리즘과 그 적용방법에 대해서 나타내었다.

2. Euler Angle 과 Quaternions

쿼터니언 좌표계와 오일러 좌표계는 각각 장단점을 가지고 있다. 쿼터니언은 4 개의 독립변수를 사용하고 있고, 오일러에서는 3 개의 독립변수를 가지고 있다. 쿼터니언 좌표계를 사용할 경우 오일러 좌표계에서 반드시 필요한 초월함수를 사용하지 않기 때문에 일반적으로 계산시간이 빨라지게 된다. 그러나, 동시에 여러 기종의 비행을 표현하고 훈련해야만 하는 다중 Simulator 의 경우에는 Network 로 각각의 Simulator 가 연결되어야하고, 쿼터니언을 사용할 경우 독립변수가 상대적으로 많아져 Network Traffic 이 증가하게 된다. 표 1 은 오일러 좌표

계와 쿼터니언 좌표계를 사용하였을 경우 동일한 조건에서의 계산량이 오일러가 57%정도 증가되는 것을 알 수 있다. 그러나, 단순좌표계를 이용한 지상시뮬레이션뿐만 아니라 조종석에서의 계기구현에는 추가의 오일러각 변환이 필요하며, 따라서 변환에 필요한 계산량이 추가된다. 이러한 문제는 다중 Simulator 를 구현할 때 중요하게 된다. 이 때 계산에 영향을 주는 제일 중요한 요소가 비행자세각의 변화이다. 비행 자세각의 변화가 있을 때에 변화된 값만을 Network 로 전송하게 된다. 일반적으로 Simulator Cockpit Display 표현에는 오일러 좌표계를 사용하지만, 쿼터니언을 이용할 경우 Euler Angle 로 변환하는 변환 관계식에 의해 오히려 계산량이 증가하는 결과를 가져온다^[1]. 쿼터니언의 장점은 Elevation Angle 변화에서 특이점이 존재하지 않는다는 것이다. 그러므로, 기동의 변화가 급격한 비행이 있는 항공기 시뮬레이션의 경우에는 쿼터니언을 사용하는 것이 더 유리하다. 본 연구에서 적용될 항공기는 UAV 로 Network 를 사용할 필요가 없으며, 지상조종사 관점에서 사용되기 때문에 쿼터니언을 이용하는 것이 더욱 이로울 것이다.

표 1. 오일러 좌표계와 쿼터니언 좌표계의

산술식 계산량 비교		
계산식	오일러	쿼터니언
유도식	96	42
변환 행렬식	20	43
계산량	116	74
오일러각 변환	0	64
계산량	116	138