

Net-VE에서 이동궤적을 이용한 동적데이터 경로예측

송선희*, 오행수**, 박광채***, 김광준***, 나상동***

Dynamic Data Path Prediction use Extend EKF Movement Tracing in Net-VE

Sun-Hee Song*, Haeng-Soo Oh**, Kwang-Chae Park***, Gwang-Jun Kim***, Sang-Dong Ra***

요 약

네트워크 가상 환경에서 다중 사용자들이 정보를 공유하는 경우 교환되는 이벤트 트래픽을 줄이기 위하여 개선된 EKF를 이용한 가변적 경로예측을 제안한다. 다중 사용자를 지원하는 3차원 가상공간의 일관성은 분산된 참여자간의 상태정보를 끊임없이 교환함으로써 유지되며, 주기적인 상태정보 전송은 네트워크의 트래픽 오버헤드를 가져온다. 실시간 계속 변화하는 동적 데이터의 이동 패킷 예측을 위하여 움직임 정보인 이동 궤적의 실측치와 EKF 예측 치와의 오차 정보를 이용하여 이동경로를 예측하는 방법을 제안하고, DIS의 데드레커닝 알고리즘과 EKF를 이용한 경로예측을 시뮬레이션 하여 결과를 비교한다. 특정 경로를 따라 움직이는 동안 제안 방법은 DIS 데드레커닝 알고리즘으로 예측하는 것과 비교해 실제 물체의 이동경로에 근접하여 예측한다.

ABSTRACT

Improved EKF suggests variable path prediction to reduce the event traffic caused by the information sharing among multi-users in networked virtual environment. The three dimensional virtual space is maintained consistently by endless status information exchange among dispersed users, and periodic status transmission brings traffic overhead in network. By using the error between the measured movement trace of dynamic information and the EKF predicted, we propose the method applied to predict the mobile packet of dynamic data which is simultaneously changing. And, the simulation results of DIS dead reckoning algorithms and EKF path prediction is compared here.

It followed the specific path and while moving, the proposed method which it proposes predicting with DIS dead reckoning algorithm and to compare to the mobile path of the actual object and it got near it predicts the possibility of knowing it was.

Key-words : net-VE, EKF, Dead Reckoning, DIS

1. 서 론

네트워크 가상환경(Network Virtual Environment)[1]은 분산된 다중 사용자들이 실시간 네트워크를 통하여 상호작용 할 수 있도록 가상현실 기술에 분산 네트워크를 접목한 시스템이다. NVE 시스템은 네트워크 대역폭, 공정성, 분산 상호작용, 동기화, 자원관리, 확장성 등 분산네트워크 기술

과 여러 기술이 하나의 시스템 내에서 유기적이다. 또한 시간지연에 따른 동기화 작업으로 자연스런 현실감과 충돌체크, 일치성, 해상도 등의 기술이 필요하다.

NVE 시스템에서 대역폭 문제의 해결은 크게 두 가지 방향에서 접근할 수 있는데, 동적데이터 발생을 줄이거나 수신하는 메시지 양을 최소화 하는 것과 가상공간 전체의 대역폭을 줄이는

* 동신대학교 디지털콘텐츠 협동연구센터 선임연구원

** 동강대학 전기전자과 부교수

*** 전남대학교 컴퓨터공학부 교수(sdna@chosun.ac.kr)

방법이다. 동적 데이터의 수신 트래픽을 최소화하여 가상공간에서의 전체 대역폭을 줄이기 위한 대표적 기법은 데드레커닝(Dead Reckoning)[2][3] 알고리즘으로 첫째, 일정 시간마다 현재 좌표와 속도를 전송해 동기화 하고 동기화 되는 동안의 위치를 각 클라이언트에서 예측하는 방식이다. 받은 쪽에서는 이 값을 가지고 데드레커닝을 적용해 다음 동기화 때까지 관측 위치를 예측한다. 이동 궤적이 직선의 집합이 되기 때문에 동기화 시간이 길어지면 움직임이 부자연스러워지는 반면 동기화할 때마다 오차를 줄이려고 하기 때문에 오차가 누적되지 않는다는 장점이 있다. 둘째, DIS의 데드레커닝은 자신이 소유한 객체의 위치를 매번 계산하여 오차가 한계치보다 커지면 전송해 동기화하는 방식으로 동적 데이터가 격렬하게 방향을 바꾸지 않으면 지연이 적은 반면 효율이 크게 떨어진다. 이처럼 데드레커닝 방법은 많이 사용되는 기법이고 효율적이지만 동적이고 단발적인 예측 불가능한 이벤트 예측은 어려우며, 동기화의 일정 주기동안 오차가 허용될 수 있는 범위설정 문제와 실시간 렌더링을 하기 위해서는 매 프레임마다 상태 정보를 갱신해야 하므로 트래픽 오버헤드를 일으킨다.

이처럼 네트워크 가상공간의 3D 장면에서 새로운 참여자가 연결했을 때 일관성을 유지하고 다른 참가자와 상호작용 및 공유를 위한 빈번한 브로드캐스트는 네트워크 지연과 충돌 및 늦은 정보전달에 의한 jerk를 일으키므로 빠른 경로 예측에 의한 위치 보간으로 다중 사용자간 공유된 이벤트를 반영하는 것이 중요하다. 칼만 필터[4][5]는 예측과 필터링을 단계마다 반복하면서 상태를 측정하는데, 가장 최근에 예측한 상태 정보를 사용함으로써 미래 상태의 가장 좋은 예측을 계산한다.

본 논문에서는 예측과 필터링을 단계마다 반복하면서 상태를 측정하는 EKF(Extended Kalman Filter)를 이용한 경로예측 모델을 설계하여 클라이언트 캐시에서 동적 데이터의 경로를 예측한다. 이동 궤적의 실측치와 관측 오차값 측정 정보를 이용하여 예측 오차를 줄여 경로예측 효율을 높이고, DIS(Distributed Interactive Simulation)의 데드레커닝 알고리즘과 EKF를 이용한 경로예측

을 시뮬레이션하고 결과를 비교한다.

II. 동적 데이터 시스템

2.1 동적 데이터 시스템

동적데이터는 실시간 변경되어 다른 참여자와 즉시 정보를 공유하는 데이터로, 동적데이터 시스템 구성은 그림 2.1에서와 같이 서버와 클라이언트를 역할을 기준으로 메시지 서버와 응용 서버로 구성한다. 응용서버의 동적 데이터 서버는 실시간 지원 데이터 관리를, 상태 데이터 서버는 맵의 논리적 구성 정보들과 그래픽 리소스들을 관리하도록 하여 서비스 처리 부하를 배분하고, 메시지 서버는 가상의 다중사용자 세계에서 새로운 참가자를 지원하여 모든 참가자에게 공유된 이벤트를 반영함으로써 일관성을 유지시킨다. 이는 확장 가능성과 안정성을 제공하기 위하여 다중사용자 상태를 다른 서버의 가상 세계로 유지시키기 위한 백업을 가능하게 한다. 메시지 서버의 ConnectionServer는 메시지 서버의 코어모듈로 모든 다른 서버는 시스템에 연결된 사용자들을 인식하기 위하여 연결과 인증을 하며, 시스템에 사용자들을 받아들이고 새로운 사용자를 서버들에게 통지한다. InitServer는 다중사용자 가상 세계에서 신뢰할 수 있는 각각의 새로운 클라이언트의 초기화를 지원하며, 가상 세계의 마지막 상태를 유지한다. 새로운 사용자가 다중사용자 가상세계에 들어갈 때, InitServer는 새롭게 추가된 클라이언트에게 3D 장면의 현재 상태를 전송한다. VRMLServer는 다중사용자의 가상 세계를 공유하기 위해 이동객체 엔티티 위치와 방향의 갱신 메시지들을 보낸다. 또한 각 응용 서버들은 가상세계 참가자들에게 특정한 함수를 제공하며 각각 시스템으로부터 connected/disconnected 사용자를 인식하기 위해서 ConnectionServer와 연결된다. 또한 클라이언트에서는 사용자와 3D 장면 사이의 상호작용과 메시지 서버의 InitServer에서 공유 상태를 유지시키기 위해 동적데이터와 상태 데이터를 클라이언트 리소스로 할당하여 이벤트 순서에 따른 정보테이블 참조로 다중 사용자 정

보를 갱신한다. 가상환경에 참여한 참여자들이 오브젝트를 자유로이 움직이고 변경된 정보를 다른 사람들에게 알려 일관성을 유지해야 하므로 빠른 경로예측에 의한 공유된 이벤트 반영이 중요하다.

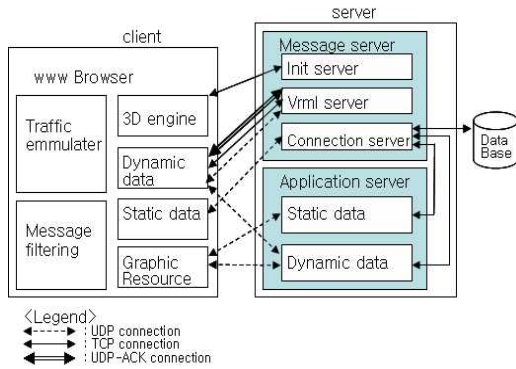


그림 2.1 동적 데이터 시스템
Fig. 2.1. Dynamic Data System

2.2 동적 데이터의 동작

NVE 시스템에서는 기존의 분산 어플리케이션에서 요구하는 것 이상의 대역폭을 요구한다. 3차원 가상공간의 분배와 공간의 변경 시 변경 정보의 교환, 가상공간에 위치한 공유개체의 상태정보, 각각이 발생시키는 이벤트 메시지 등의 교환은 새로운 방식의 대역폭관리를 요구한다. 뿐만 아니라 동시 참여자의 수가 급격히 증가할 때 이를 효과적으로 지원하고 실시간 다중사용자들과의 공유상태를 유지하기 위해서 그림 2.2에서의 메시지 필터링에서는 입력 이벤트를 받아 사용자의 위치와 다른 물체의 위치를 변경하는지를 계산하여 다른 참가자들에게 이러한 변화를 통보한다.

또한 동적 데이터는 가상공간의 상태 정보와 존재하는 다른 가상 환경 에이전트의 정보를 가지고 이주되는 참여자의 호스트에 상주하면서 참여자의 행위에 의해 발생하는 이벤트와 외부에서 전달되는 이벤트를 처리한다. 3차원 가상환경에서 가장 빈번히 발생하고 신뢰성이 비교적 적게 요구되는 객체의 이동에 대한 이벤트 전달을 동적 데이터간의 통신으로 전달하고, 가상 환경의 상태 변화에 대한 정보 테이블을 두

어 중앙서버의 부담을 줄인다.

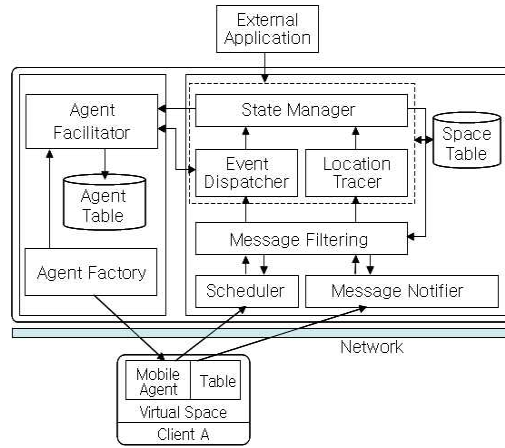


그림 2.2 동적 데이터 동작
Fig. 2.2. Dynamic Data Action

III. 경로 예측

3.1 데드레커닝 알고리즘

데드레커닝은 실시간으로 교환되는 이벤트들에 대한 갱신메시지가 빈번하게 브로드캐스트 되면 네트워크에서 지연이 생기므로 일정 타임스텝 동안에 데드레커닝 경로예측 알고리즘으로 위치를 예측하여 이전 위치를 보정하고 에러가 한계 값을 초과할 때 ESPDU(Entity State Protocol Data Unit)로 멀티캐스트 한다. 그림 3.1은 데드레커닝 과정으로 이전 위치와 주어진 시간 동안의 이동방향과 속도 정보로부터 현재 위치 및 방향을 계산하며, 주기 동안 진행 궤적을 직선으로 가정하여 위치 변화를 계산[6] 한다.

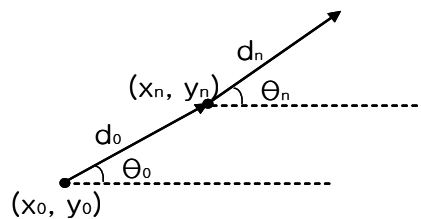


그림 3.1 데드레커닝 알고리즘
Fig. 3.1 Dead Reckoning Algorithm

초기위치 (x_0, y_0) 에서 출발하여 임의의 위치 (x_n, y_n) 에 도달했을 때의 좌표를 엔티티의 방향 (θ_n) 정보를 사용하여 변화된 위치 추정좌표를 구하고 구해진 값으로 이전 위치를 보간하기 위한 위치값 x_n, y_n, θ_n 은 식 (1)과 같다.

$$\begin{aligned}
 x_n &= x_0 + \sum_{i=0}^{n-1} d_i \cos \theta_i \\
 y_n &= y_0 + \sum_{i=0}^{n-1} d_i \sin \theta_i \\
 \theta_n &= \sum_{i=0}^{n-1} \omega_i
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

현재위치 $x(t)$ 를 알고 있는 경우 시간 t 에서의 일정 주기동안 평균속도로 변화된 시간 $t + \Delta t$ 에서의 위치 예측은 식 (2)로 구한다.

$$\begin{aligned}
 x(t + \Delta t) &= x(t) + \dot{x} \Delta t & \dot{x} &= V \cos \Psi \\
 y(t + \Delta t) &= y(t) + \dot{y} \Delta t & \dot{y} &= V \sin \Psi
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

V : 시간 $[t, t + \Delta t]$ 에서의 평균 속도
 Ψ : 시간 $[t, t + \Delta t]$ 에서의 평균 방향각

또, t_0 의 속도에 기반한 초기 위치 값과 t_1 에서의 위치를 예측하여 엔티티의 이전 위치를 보간하는 식은 (3)과 같다.

$$P_{t1} = P_{t0} + V^r(t_1 - t_0)
 \tag{3}$$

데드레커닝 과정을 그림 3.2에서처럼 도식화 하면 프레임 동안의 $ctimeinterval=1$ 이고 일정 속도로 움직인다고 할 때, 1초에서 초기위치 값이 $(1.0, 1.0)$ 이고, 3초에서는 위치 값 $(3.0, 2.0)$ 을 예측할 수 있지만 네트워크 지연으로 인하여 실제위치는 $(2.2, 2.8)$ 이 된다. 입력값 요구에 의한 화면상 프레임을 $(2.2, 2.8)$ 로 급속하게 이동하면 클라이언트 디스플레이에서는 jerk가 발생하므로 식 (3)에 의해 예상위치 $(4.0, 3.8)$ 로 보간 함으로써 부드러운 움직임을 한다. 보관된 위치 값을 갱신하는 과정에서 이전 예측 값을

초기화 하지 않으면 θ_n 에서의 위치는 θ_i 만큼의 오차가 누적되므로 초기화 알고리즘으로 필터링하여 갱신된 위치 값을 갖도록 하여준다.

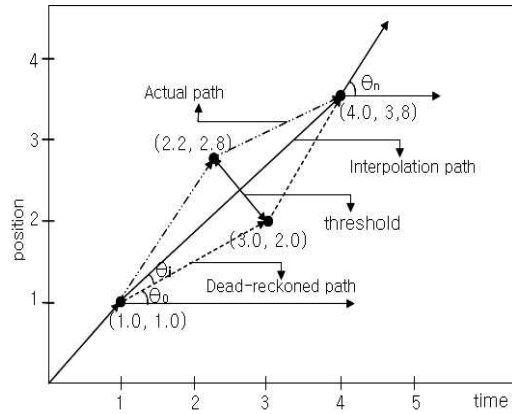


그림 3.2 데드레커닝 경로예측에 의한 보간
 Fig. 3.2 Interpolation for Dead Reckoning Path Predicted

3.2 지연 제어를 위한 EKF 경로예측알고리즘

3.2.1 EKF 경로예측 모델

가상 환경의 동적 데이터는 가상공간의 상태 정보와 존재하는 다른 가상 환경의 정보를 가지고 참여자의 호스트에 상주하면서 참여자의 행위에 의해 발생하는 이벤트와 외부에서 전달되는 이벤트를 처리한다. 그림 3.3과 같이 클라이언트의 상호작용을 위한 빠른 경로예측은 다중 사용자간 공유된 이벤트를 반영함으로써 가상공간의 일관성을 유지한다. 칼만 필터는 예측과 필터링을 단계마다 반복하면서 상태를 추정하는데, 시간갱신 방정식은 현재 상태와 다음 시간 단계에 대한 이전(priori) 추정값을 획득하는 에러공분산 추정값을 앞에서 반영하는 역할을 한다. 추정갱신 방정식은 피드백 역할을 하고 개선된 후(posteriori) 추정값을 얻기 위해 이전 추정값과 새 추정값을 결합하는 알고리즘 형태를 가지며, 이러한 칼만 필터의 순환과정을 도식화 한다.

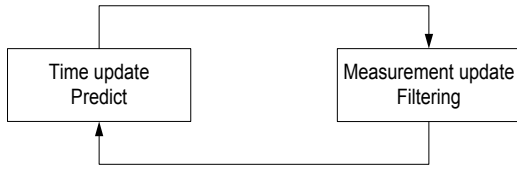


그림 3.3 칼만 필터 순환
Fig. 3.3 Kalman filter cycle

본 논문에서는 클라이언트 캐시에서 패킷 지연과 충돌 및 늦은 정보전달에 의한 jerk를 일으키므로 객체의 이동의 동적데이터 동작에 대한 갱신빈도를 줄이기 위하여 그림 3.4와 같이 EKF를 이용한 경로예측 모델을 제안한다. 모델은 가상공간의 객체 이동정보 추정을 위한 확장 칼만 필터 모델을 테드레커닝 알고리즘으로 메시지 화하여 타임스텝 동안에 동적 데이터와 상태 데이터 엔티티들 간의 결합을 유지시키는 연속적 과정이다. 엔티티의 위치는 선형 테드레커닝 모델로 계산되어 에러가 한계 값을 초과할 때 ESPDU로 브로드캐스트 하며, 패킷 이동에 사용된 가정은 다음과 같다.

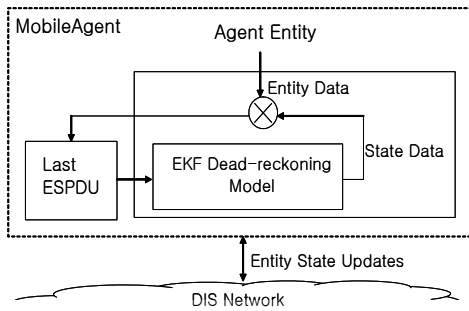


그림 3.4 EKF를 이용한 경로예측 모델
Fig. 3.4. Path Estimation Model use EKF

3.2.2 개선된 EKF를 이용한 경로와 위치 예측

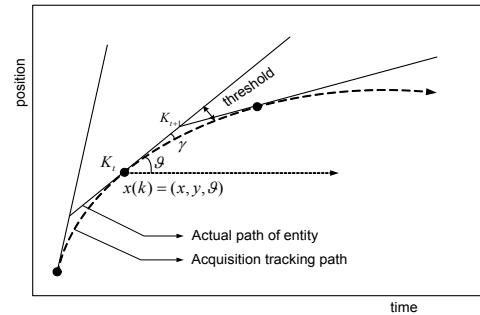


그림 3.5 동적 데이터의 위치 추정 과정
Fig. 3.5 Position Estimation Process of Dynamic Data

동적 데이터의 경로를 예측하기 위하여 그림 3.5와 같이 이동경로의 초기에 알려진 위치와 이미 알고 있는 위치에서 경과된 시간, 이동거리로 위치를 추정한다. 동적 데이터는 $x(0) = [0, 0, 0]^T$ 에서 임의의 시간 Δt 초 후에 제어 입력 $u(k)$ 와 잡음분포(noise disturbance) $w(k)$ 에 대한 $x(k) = [x, y, \theta]^T$ 의 위치변화에 대한 상태방정식을 유도한다. 식 (4)은 일반적 형태로 $f(x(k), u(k))$ 는 비선형 상태전이 함수이다.

$$x(k+1) = f(x(k), u(k)) + w(k) \quad (4)$$

$$w(k) \sim N(0, Q(k)) \quad (5)$$

x, y 는 글로벌 좌표계에 대한 이동에이전트의 위치를 나타내며, θ 는 글로벌 좌표계 x 축에 대한 방향의 각도를 나타낸다. 또한 시스템 잡음 원천 $Q(k)$ 와 제로평균 가우시안의 정규 분포는 식 (5)과 같다.

시스템 표현식인 상태전이 함수 $f(x(k), u(k))$ 는 식 (6)과 같이 표현할 수 있다.

$$f(x(k), u(k)) = \begin{bmatrix} x(k|k) + \Delta t V \cos(\theta(k|k) + \gamma) \\ y(k|k) + \Delta t V \sin(\theta(k|k) + \gamma) \\ \theta(k|k) + \gamma \end{bmatrix} \quad (6)$$

여기서 상태전이 함수의 시스템 제어입력 $u(k)$ 는 식 (7)과 같이 표현된다.

$$u(k) = [V, \gamma]^T \quad (7)$$

시간갱신 방정식은 식 (9)의 공분산을 이용해 Δt 초의 위치를 식 (8)과 같이 예측할 수 있다. 초기 값 $x(k|k)$ 는 임의의 값을 대입하여 계산한다. k 단계에서 $k+1$ 단계로 이동한 이동에 이전트의 새로운 위치 예측값 예측 식은 (8)과 같다.

$$x(k+1|k) = f(x(k|k), u(k)) + w(k) \quad (8)$$

이동하면서 생기는 잡음은 식 (9)과 같다.

$$Q = \begin{bmatrix} \sigma^2 v & 0 \\ 0 & \sigma^2 \gamma \end{bmatrix} \quad (9)$$

위치 예측에서 이동에이전트의 관측 $z(k)$ 는 $x(k)$ 의 위치에서 P 를 감지했을 때 식 (10)과 같이 표현된다. 여기서 $v(k)$ 는 측정예러 이노베이션으로 실제 측정치와 이전프레임에서 예측되어진 예측 치와의 오차이고, ϕ 는 각도, R 은 거리이다.

$$z(k) = h(P, x(k)) + v(k) = \begin{bmatrix} R \\ \phi \end{bmatrix} \quad (10)$$

P_t 의 예측지점을 생성하기 위해 예측된 위치 $x(k+1|k)$ 를 사용하여 측정치를 예측하면 식 (11)과 같다.

$$\hat{z}(k+1|k) = h_t(P_t(k), x(k+1|k)) + v(k) = \begin{bmatrix} \hat{R} \\ \hat{\phi} \end{bmatrix} \quad (11)$$

예측된 위치 좌표가 $x(k+1|k) = [x, y, \theta]^T$ 로 표현될 때 직선 장애물의 경우 식 (12)과 같이 $[R, \phi]^T$ 의 형태로 예측데이터 값을 계산할 수 있다.

$$\hat{z}(k+1|k) = h_L(P_L(k), x(k+1|k)) + v(k) \quad (12)$$

관측 오차값 측정은 테드레커닝에서 일정 동

기화 동안의 초기 위치값 $P_{t1} = P_{t0}$ 에 따른 이노베이션 과정의 목적은 목표물 P_t 에 대한 실제관측 $\hat{z}(k|k)$ 과 예측된 관측 사이의 오차를 확인하기 위한 것으로 식 (13)과 같이 계산되어진다.

$$v(k+1) = [z(k+1) - \hat{z}(k+1|k)] \quad (13)$$

갱신된 공분산은 예측된 관측예러를 일치시킴으로써 식 (14) 기대값 S_{k+1} 을 얻는다. 여기서 ∇h_i 는 직선에 대한 측정이다.

$$S_{k+1} = \nabla h_i P(k+1|k) \nabla h_i^T + R_i(k+1) \quad (14)$$

위치 측정갱신 방정식에 의한 위치 추정을 하기 위해서 공분산 S 와 위치 예측에서의 공분산 P 를 이용하여 칼만게인을 구하면 식 (15)과 같다.

$$K(k+1) = P(k+1|k) \nabla h^T S^{-1}(k+1) \quad (15)$$

또한 이동에이전트의 위치추정 갱신 값은 이노베이션 단계에서 구해진 나머지와 칼만게인의 곱과 이전상태 위치 추정을 합하여 식 (16)과 같이 구할 수 있다.

$$x(k+1|k+1) = x(k+1|k) + K(k+1)v(k+1) \quad (16)$$

측정갱신 방정식의 공분산 추정은 이전상태 공분산과 칼만게인과 일치와 공분산의 곱의 차이로 식 (17)과 같이 구할 수 있다.

$$P(k+1|k+1) = P(k+1|k) - K(k+1)S(k+1)K^T(k+1) \quad (17)$$

동적 데이터의 확장 칼만 필터 모형을 이용하여 위치를 추정하는 과정을 도식화하면 그림 3.6과 같다.

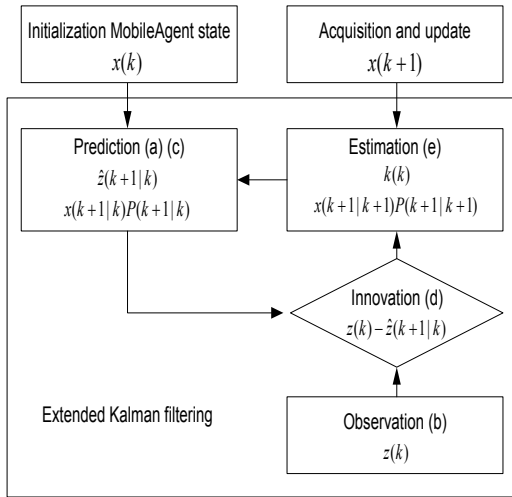


그림 3.6 동적데이터의 위치 추정 모형
Fig. 3.6 Position Estimation Model of Dynamic Data

IV. 경로예측에 의한 성능평가

4.1 경로예측 성능평가

현재 위치와 방향, 속도를 가지고 있는 동적 데이터가 일정 타임의 다음 동기화 때까지 데드 레커닝 알고리즘과 확장 칼만 필터 알고리즘을 이용한 객체의 이동경로를 예측한 결과는 그림 4.1과 같다. 시뮬레이션은 30m by 30m의 대지 위에서 동적 데이터가 특정 경로를 따라 움직이게 하고, 동적 데이터의 위치 측정에 2cm 오차의 정확도를 가지도록 설계하여 실제 경로(AP: actual path/blue color)의 이동경로 위치예측을 측정하였다. 도처의 송수신기(beacons)에서 발생하는 신호를 동적 데이터에서 수신해 움직임을 측정할 결과 DR(green color)은 시간이 경과하면서 AP의 반경에서 점점 멀어지는 것을 알 수 있으며, EKF(red color)를 이용한 경로예측은 송수신기로부터 수신한 위치정보를 계산하지 않고 동적 데이터 관측센서를 이용해 위치를 계산하므로 실제 물체의 이동경로에서 벗어나지 않고 경로를 예측하며, 시간이 경과하여도 AP의 이동경로에 근접해 있음을 알 수 있었다.

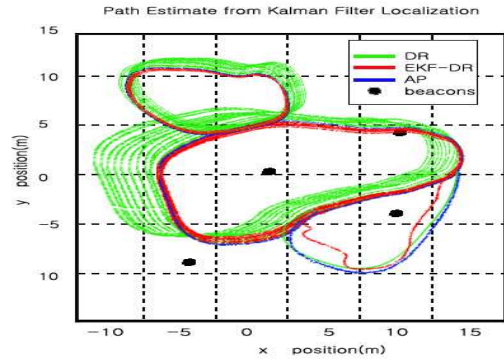


그림 4.1 위치 추정
Fig. 4.1 Position Estimation

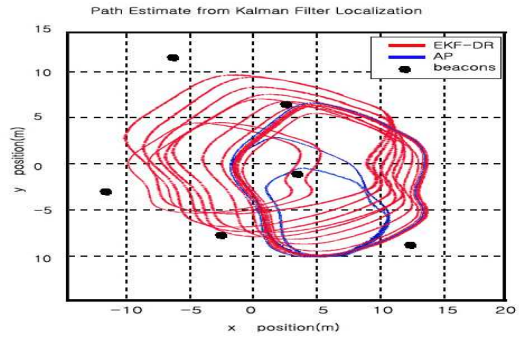


그림 4.2 초기 에러 누적 결과
Fig. 4.2 First Error Accumulative Result

그러나 초기 에러가 잘못 누적될 경우 확장 칼만 필터를 이용하여 계산하여도 그림 4.2에서와 같이 실제 이동경로에서 벗어나는 더 나쁜 결과가 나오므로, 초기화 과정을 거치면서 에러 누적이 적용되지 않도록 하여야 한다. 그러므로 초기 지연의 측정이 매우 중요하다.

4.2 에러오차 허용도 측정

동적 데이터의 경로예측을 위한 예측 효율 관계를 시험하기 위해 DIS 데드레커닝과 개선된 확장 칼만 필터 모델의 엔티티 위치를 예측하는 에러오차 측정으로 성능을 비교 평가하였다. 에러는 엔티티의 실측위치가 0.5m보다 더 클 때 일치한 시스템에서 생성되므로 실험은 에러 오차 허용한계의 범위 안에서 수행했다. 초

기 값은 0.5m의 에러 허용한계에 의해서 측정하고, 다음 테스트는 에러 허용한계를 증가시켜 유틸리티 모델 Loof()로 입력한 값과 사용자 데이터 값의 차를 비교해서 ReceiveFromServer()로 에러 허용한계 값을 구하였다. 그림 4.3에서와 같이 이벤트 엔터티는 네트워크 모델의 예측 위치로부터 떨어진 곳으로부터 오류 경계를 사용하여 DIS 데드레커닝은 170개를 갱신하고 확장된 칼만 필터 모델은 240개를 갱신하여 예측 업데이트 수가 증가함을 알 수 있었다. 에러오차 허용 도는 예측지점 개수를 증가시키는데, 오차 허용한계 값을 크게 잡으면 네트워크 전송 수가 줄어들어 속도는 개선되지만 부정확한 사용자 데이터 값을 가지게 된다.

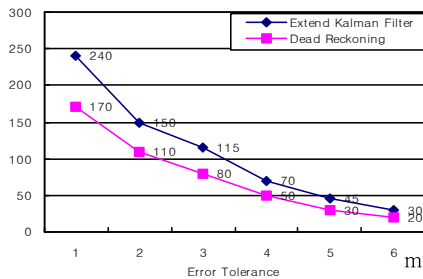


그림 4.3 DR과 ELF 모델에 의한 예측 수
Fig. 4.3 Number Required of DR, ELF Models.

V. 결론

본 논문은 NAE 환경에서 초기 탐색되어진 동적 데이터의 이동 경로를 단기 예측하기 위해 확장 칼만 필터 이용한 가변적 경로예측 방법을 제안하고 데드레커닝 알고리즘과의 예측 효율을 비교 실험연구 하였다.

네트워크 분산 가상 환경에서 실시간 상호작용 할 수 있도록 사실감 있는 3D 그래픽을 제공하기 위하여 정보를 공유하는 경우 교환되는 동적데이터의 갱신메시지로 인한 네트워크 지연 및 Jerk를 줄이기 위해 시간의 흐름에 따라 변화하는 동적데이터 이동궤적을 사용한 EKF 데드레커닝 모델을 제안하였다. 데드레커닝과 확장된 칼만 필터 모델로 실측 위치를 예측한 결

과 기존 네트워크 모델은 170개의 갱신을, 확장된 칼만 필터 모델은 240개의 갱신을 요구해 예측 업데이트 수가 증가하였으며, 오차허용도를 크게 잡으면 예측지점 속도가 개선되지만 부정확한 사용자 데이터 값을 가지게 됨을 알 수 있었다.

또한 동적 데이터가 특정 경로를 따라 움직이는 동안 제안된 EKF 데드레커닝으로 이동경로를 예측하는지를 측정한 결과 실제 물체의 이동경로를 따라 경로를 예측하는 것을 알 수 있었다.

[참고문헌]

- [1] Singhal, S. and Zyda, M., 1999. Networked Virtual Environments: Design and Implementation, ACM Press [ISBN 0-201-32557-8].
- [2] W. Cai, F.B.S. Lee, L. Chen, An auto-adaptive dead reckoning algorithm for distributed interactive simulation, in: Proceedings of the Thirteenth Workshop on Parallel and Distributed Simulation, 1999, pp.82-89.
- [3] T.K. Capin, I.S. Randzic, D. Thalmann, T.N. Magnenat, A dead reckoning algorithm for virtual human figures, in: Proceedings of the IEEE Virtual Reality Annual International Symposium, IEEE Press, New York, 1997, pp. 161 - 169.
- [4] M. Grewal and A. Andrews, Kalman Filtering: theory and practice, Prentice-Hall, Inc., Englewood Clis, New Jersey 1993.
- [5] R. Kalman, A new approach to linear ltering and prediction problems, Transactions ASME Journal of Basic Engineering 82. 1960, 35-44.
- [6] B. Hofman Wellenhof, H. Lichtenegger, and J. Collins, "GPS Theory and Practice", 4th, springer Wien New York, 1997.

저자약력

송 선 희(Sun-Hee Song)



1988년 전남대학교 공학학사
 2002년 호남대학교 공학석사
 2007년 조선대학교 컴퓨터공학과 공학박사
 현 재 동신대학교 디지털콘텐츠 협동연구센터 선임연구원

<관심분야> 컴퓨터그래픽스, net-VR, 멀티미디어

오 행 수(Haeng-soo Oh)



1980년 조선대학교 전자공학과 졸업(학사)
 1982년 조선대학교 전자공학과 졸업(석사)
 1997년 조선대학교 전자공학과 졸업(공학박사)
 1993년 동강대학 전기전자과 전임강사
 현 재 동강대학 전기전자과 부교수

<관심분야>

박 광 채(Kwang-Chae Park)



1975년 조선대학교 전자공학과 (공학사)
 1980년 조선대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
 1994년 광운대학교 대학원 전통신공학과(공학박사)
 현 재 조선대학교 전자정보공과대학 전자공학과 교수

<관심분야> 데이터통신 및 프로토콜, 디지털 교환기, Ad-hoc Networks, 광대역정보통신

김 광 준 (Gwang-Jun Kim)



1993년 조선대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학사)
 1995년 조선대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업 (공학석사)
 2000년 조선대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업 (공학박사)
 2000년~2001년 Dept. of Electrical & Computer Eng. University of California Irvine Postdoc.
 2003년~2006년 여수대학교 컴퓨터공학과 조교수
 2006년~현재 전남대학교 컴퓨터공학과 조교수

<관심분야> ATM망, 인터넷 통신, 컴퓨터 네트워크, 실시간 통신 프로그래밍, 영상 처리, 통신

나 상 동(Sang-Dong Ra)



1968년 조선대학교 전기공학과 졸업(공학사)
 1980년 건국대학교 대학원 전기전자공학과 졸업 (공학석사)
 1995년 원광대학교 대학원 전기공학과(컴퓨터응용, 제어전공)졸업(공학박사)
 1995년~1996년 Dept. of Electrical & Computer Eng. Univ. of Calofornia Irvine 연구교수.
 1998년 조선대학교 정보전산원 원장 역임
 2001년~2002년 Dept. of Electrical & Computer Eng. Univ. of California Irvine 연구교수
 1973년~현재 조선대학교 전자·정보공과대학 컴퓨터공학부 교수

<관심분야> 실시간 통신, 디지털 통신 신호제어, 데이터 및 이동통신, 신경망, 적응 신호처리