

전류변화율을 이용한 토로이달 SRM의 초기위치 검출 방법

論 文
54D-1-4

Initial Rotor Position Detection of a Toroidal SRM Using the Rate of Change of Current

梁 熒 烈[†] · 任 永 徹^{*}
(Hyong-Yeol Yang · Young-Cheol Lim)

Abstract - Rotor position information is essential in the operation of the switched reluctance motor(SRM) drive for generation the phase current switching signals. When an incremental encoder is used as a rotor position sensor, the initial rotor position can not be detected. Some sensorless rotor position estimation methods also have the same problem. In these systems, to initially align the rotor, the forced alignment method has a delay and reverse rotation before the motor can start. Therefore it can not be acceptable for unidirectional drive systems. So the forced alignment method is not desirable in all drive systems and the research on the SRM drives should be directed to a system without rotor alignment. In this paper, a new detection method of initial rotor position using the rate of change of current is suggested. Firstly, di/dt versus θ_R reference table, which is the relation between the rate of change of current and rotor position, is generated and then the squared Euclidean distance method is used to estimate the rotor position based on the table. The simulated and experimental results are presented demonstrating the feasibility and accuracy of this method.

Key Words : Toroidal SRM, Initial Rotor Position, Rate of Change of Current

1. 서 론

스위치드 릴럭턴스 전동기(Switched Reluctance Motor: SRM)는 간단한 구조, 높은 효율, 높은 동작속도 등의 장점을 가지므로 최근에 전력용 반도체의 기술이 발전함에 따라 주목받고 있는 전동기라고 할 수 있다[1]. 그러나 반드시 회전자의 위치를 검출해야만 구동이 가능하기 때문에 각종 센서를 포함한 위치검출 방법이 사용되고 있으며, 센서를 제거하기 위한 센서리스 구동에 관한 연구도 진행되어 왔다[2-3].

한편 SRM이나 TSRM(Toroidal Switched Reluctance Motor)을 기동(starting)하기 위해서는 정지 상태에서 회전자의 초기 위치를 반드시 알아야 한다. 애플루트 엔코더를 사용하면 정지 시에 회전자의 위치를 알 수 있지만 너무 고가이며 충격에도 약하다는 단점을 가지게 된다. 그리고 오프 인터럽터를 사용하면 어느 구간 내에서는 회전자의 위치를 알 수 있지만 정확한 위치를 알 수는 없으며 분해능이 떨어지는 문제를 안고 있다. 그리고 이러한 센서들은 가격을 상승시키고 고장의 원인이 되기 때문에 센서리스 구동으로 연구가 많이 되어지는 추세이다[4-5].

초기 기동문제는 이러한 센서리스 구동에 있어서 또 하나

의 연구할 대상이며, 인크리멘탈 엔코더를 사용하는 경우에서도 고려할 대상이 된다. 회전자의 초기 위치를 알 수 없는 센서리스 구동 방법 및 인크리멘탈 엔코더를 사용할 경우, 강제 정렬법을 이용해 회전자를 원하는 위치에 놓고 초기 기동을 시키게 되거나[6-7] 부가적으로 엔코더를 사용하게 된다[8]. 이런 강제 정렬의 방법은 정밀제어를 해야 하는 곳이나 부하가 역회전을 하지 않아야 하는 곳에서는 치명적인 문제를 발생한다. 따라서 정지 시 회전자의 초기 위치검출은 고성능 SRM에서는 필수적인 요소라 할 수 있다. 그리고 그다지 정밀을 요하지 않는 경우에도 강제정렬 과정을 거치지 않고 곧바로 초기위치 검출 후 기동하는 방향으로 연구가 진행되어야 할 것이다.

본 논문에서는 이렇게 초기위치검출에 어려움을 가지고 있는 시스템의 문제를 해결하기 위한 방법을 제안한다. 제안하는 방법은 회전자의 위치에 따라 전류의 변화율이 다르다는 특성을 기반으로 한다. 즉 펄스 전압을 인가했을 때 각 상에서의 전류 변화율은 그 상의 인덕턴스에 따라서 다르기 때문에 이것을 기반으로 회전자의 위치를 추정할 수 있다. 먼저 회전자의 위치(θ_R)와 전류 변화율(di/dt)의 관계인 di/dt vs. θ_R (di/dt versus θ_R) 기준값 획득단계로, 회전자가 정지해 있을 때 매 1° 마다 각 상에 짧은 시간 동안 펄스 전압을 인가하여 전류의 상승률을 측정한다. 측정된 전류 상승률은 전류 변화율과 같으며 위치에 종속적인 관계를 가지므로 기준값으로 활용할 수 있다. 다음 예측단계에서는 저장된 기준값과 측정된 전류 변화율의 유클리디안 제곱거리(Squared Euclidean Distance)를 이용하여 회전자의 위치

[†] 교신저자, 學生會員 : 全南大 工大 電氣工學科 工博
E-mail : sfish@chonnam.ac.kr

^{*} 正 會 員 : 全南大 工大 電氣工學科 教授 · 工博
接受日字 : 2004年 10月 12日
最終完了 : 2004年 11月 23日

를 추정한다. 실험에 앞서 실험방법의 타당성을 검증하기 위하여 시뮬레이션을 수행하였고 제안한 위치검출 방법에 대한 가능성을 확인하고 실험을 통해서 제안한 방법의 우수성을 증명하였다.

2. TSRM의 전류 변화율

본 논문에서는 전류 변화율을 이용하여 회전자의 초기위치 검출하기 위해 6/4 TSRM이 사용되었다. TSRM은 일반적인 SRM과는 달리 고정자의 요크에 주권선이 감겨있으므로 두 개의 상이 동시에 여자되어 하나의 톨극에 자속을 흘려주는 형태로 되어있다[9]. 각 주권선은 델타결선이 되어있으므로 일반적인 풀브리지 형태의 인버터를 사용할 수 있다. a상과 b상을 여자시킬 때 TSRM의 등가회로는 그림 1과 같으므로 전압방정식은 식 1과 같이 나타낼 수 있다. 그리고 모터가 정지해 있을 때는 인덕턴스의 시간당 변화가 없으므로 식 2와 같이 표현된다. 이때 a상에 의한 b상의 상호인덕턴스와 b상에 의한 a상의 상호인덕턴스는 같다고 가정한다.

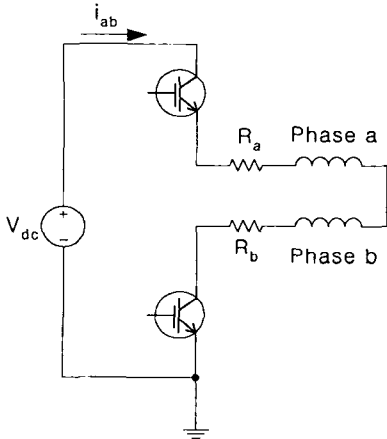


그림 1 TSRM의 등가회로
Fig. 1 Equivalent circuit of TSRM

$$\begin{aligned}
 V_{dc} &= i_{ab}R_a + \frac{d\lambda_a}{dt} + i_{ab}R_b + \frac{d\lambda_b}{dt} \\
 &= i_{ab}R_a + i_{ab}\frac{dL_a}{dt} + L_a\frac{di_{ab}}{dt} + i_{ab}\frac{dM_{ba}}{dt} + M_{ba}\frac{di_{ab}}{dt} \\
 &\quad + i_{ab}R_b + i_{ab}\frac{dL_b}{dt} + L_b\frac{di_{ab}}{dt} + i_{ab}\frac{dM_{ab}}{dt} + M_{ab}\frac{di_{ab}}{dt} \\
 &= i_{ab}R_a + i_{ab}R_b + i_{ab}\frac{dL_a}{dt} + L_a\frac{di_{ab}}{dt} + i_{ab}\frac{dL_b}{dt} \\
 &\quad + L_b\frac{di_{ab}}{dt} + 2i_{ab}\frac{dM_{ab}}{dt} + 2M_{ab}\frac{di_{ab}}{dt}
 \end{aligned} \tag{1}$$

$$\begin{aligned}
 V_{dc} &= i_{ab}R_a + i_{ab}R_b + L_a\frac{di_{ab}}{dt} + L_b\frac{di_{ab}}{dt} + 2M_{ab}\frac{di_{ab}}{dt} \\
 &= i_{ab}R_a + i_{ab}R_b + (L_a + L_b + 2M_{ab})\frac{di_{ab}}{dt}
 \end{aligned} \tag{2}$$

- V_{dc} : 공급 전압
- i_{ab} : 공급 전류
- R_a, R_b : a상 및 b상의 권선저항
- λ_a : a상의 쇄교자속
- λ_b : b상의 쇄교자속
- L_a, L_b : a상 및 b상의 자기 인덕턴스
- M_{ab} : a상과 b상의 상호 인덕턴스
- di_{ab} : 공급 전류의 변화량
- dt : 시간 변화량

여기서 $L_a + L_b + 2M_{ab} = L_o$ 라고 하면 전류변화율은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\frac{di_{ab}}{dt} = \frac{V_{dc} - i_{ab}(R_a + R_b)}{L_o} \tag{3}$$

여기에서 L_o 는 회전자의 위치정보를 포함하고 있으므로 전류 변화율을 이용하여 회전자의 위치검출이 가능하다는 것을 알 수 있다.

3. 회전자 위치 검출 방법

3.1 di/dt vs. θ_R 기준값 획득단계

전류 변화율을 이용하여 회전자의 초기위치를 파악하기 위해서는 두 단계를 거쳐야 하는데, 전류변화와 회전자의 위치의 관계인 di/dt vs. θ_R 기준값 획득 단계, 저장된 기준값과 측정된 di/dt를 이용하여 위치추정 알고리즘에 의해 회전자의 위치를 추정하는 예측단계로 구분된다. 먼저 전 처리 단계로 전류의 변화율(di/dt)과 회전자 위치(θ_R)의 관계를 맵핑한 di/dt vs. θ_R 기준값의 획득이 필요하다.

회전자가 정지해 있을 때 이미 작성된 기준값 획득 프로그램을 이용하여 매 1°마다 각 상에 짧은 시간 동안 펄스를 인가하여 전류 변화율을 측정한다. 이때 3상을 연속적으로 전류의 확립이 이루어지지 못하는 짧은 시간 간격으로 매우 빠르게 스위칭한다. 순간적인 단일 펄스 전압을 인가하면 모터는 계속 정지해 있고 각 상에는 전류 변화율을 측정하기 위한 전류가 흐르게 된다. 측정된 전류 변화율은 위치에 종속적인 관계를 가지므로 기준값으로 활용할 수 있다. 이때 그림 2에서와 같이 시간 t_{off} 에서 스위치를 오프 한다고 하면 전류 변화율은 식 4와 같이 측정할 수 있으며, 전류가 상승하기 시작하는 부분을 t_1 으로 설정 하면 식 5와 같이 간단하게 전류변화율을 획득할 수 있다.

$$\frac{di}{dt} = \frac{i(t_2) - i(t_1)}{(t_2 - t_1)} \tag{4}$$

$$\frac{di}{dt} = \frac{i(t_2)}{t_2} \tag{5}$$

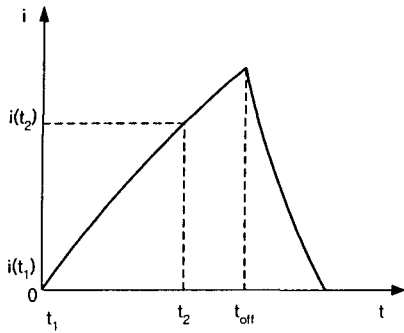


그림 2 전류 변화율 측정
Fig. 2 Measurement of rate of change of current

TSRM에 있어서 인덕턴스의 일반적인 형태는 그림 3과 같이 나타난다. 그리고 이것을 식 3을 이용하여 전류의 변화율을 구하면 그림 4와 같은 분포를 얻을 수 있다. 따라서 위와 같은 방법으로 전류 변화율을 획득했을 때 회전자 위치에 따른 분포가 그림 4와 같은 형태로 나타나게 됨을 예측할 수 있다.

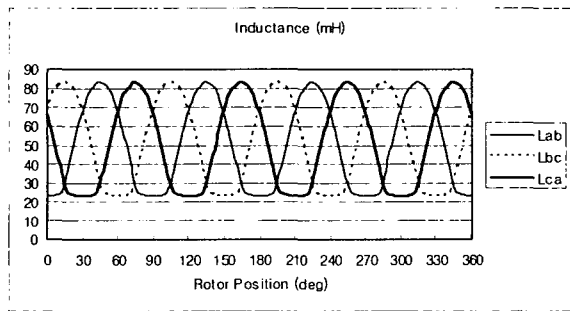


그림 3 TSRM의 인덕턴스 프로파일
Fig. 3 Inductance profile of TSRM

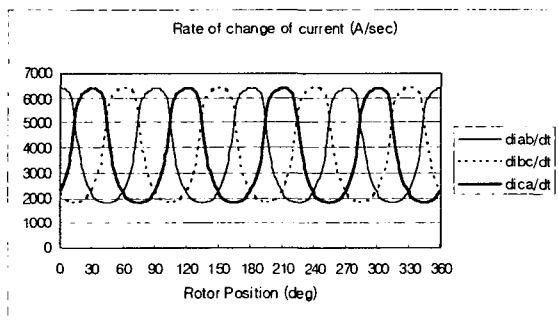


그림 4 TSRM의 전류 변화율
Fig. 4 Rate of change of current versus rotor position for TSRM

실용적인 측면에서, 위와 같은 분포의 di/dt vs. θ_R 기준값은 회전자 위치검출에 직접 사용할 수 없다. 왜냐하면 회전자가 동일한 위치에 있더라도 측정된 전류 변화율은 di/dt

vs. θ_R 기준값과 동일하게 재현되지 않기 때문이다. 즉, 미세한 회전자의 위치변화, A/D 변환기의 측정오차, 회전자 및 고정자의 불균일 그리고 전원전압의 미세한 진동 등에 의해 약간 다른 값이 측정되는 것이다.

따라서 측정된 전류 변화율에 해당하는 위치를 검출하기 위해서는 di/dt vs. θ_R 기준값에서 가장 근접하는 위치를 추론하기 위한 과정이 필요하다. 본 논문에서는 유클리디안 제곱거리(Squared Euclidean Distance)를 이용하여 최소 오차를 가지는 위치 데이터를 추론하는 과정을 적용한다.

3.2 유클리디안 제곱 거리

유클리디안 거리(Euclidean distance)는 다차원 공간에서 직선 최단거리를 말하며, 유클리디안 제곱거리는 이를 제곱한 것으로 두 벡터 x 와 y 사이의 거리는 식 6과 같다.

$$d(x, y) = \|x - y\|^2 = \sum_{i=1}^k (x_i - y_i)^2 \quad (6)$$

식 6을 적용하기 위해, 정지해 있는 모터의 각 상에 짧은 펄스전압을 인가하여 전류의 변화율을 측정한다. 측정된 3상의 전류 변화율과 유클리디안 제곱거리를 이용하여 위치를 추정한다. 식 7을 이용하여 현재 획득한 전류 변화율과 di/dt vs. θ_R 기준값의 유클리디안 제곱거리 $d_R(k)$ 을 구하면, 가장 작은 $d_R(k)$ 값을 가지는 각 k 에 해당하는 각도가 회전자의 위치가 된다.

$$d_R(k) = \left(\frac{di_{cb}^*}{dt} - \frac{di_{ab}(k)}{dt} \right)^2 + \left(\frac{di_{bc}^*}{dt} - \frac{di_{bc}(k)}{dt} \right)^2 + \left(\frac{di_{ca}^*}{dt} - \frac{di_{ca}(k)}{dt} \right)^2 \quad (7)$$

$$k = 0, 1, 2, \dots, 359$$

$d_R(k)$: 회전자 위치 k 에서의 유클리디안 제곱거리

$\frac{di_{ab}^*}{dt}$: ab상 전류 변화율(측정값)

$\frac{di_{bc}^*}{dt}$: bc상 전류 변화율(측정값)

$\frac{di_{ca}^*}{dt}$: ca상 전류 변화율(측정값)

$\frac{di_{ab}(k)}{dt}$: 회전자 위치 k 에서의 ab상 전류 변화율(기준값)

$\frac{di_{bc}(k)}{dt}$: 회전자 위치 k 에서의 bc상 전류 변화율(기준값)

$\frac{di_{ca}(k)}{dt}$: 회전자 위치 k 에서의 ca상 전류 변화율(기준값)

위에서 기술한 것처럼 회전자의 위치를 추론하는 과정은 먼저 표준으로 획득된 di/dt vs. θ_R 기준값과 임의의 위치에서 얻은 측정값의 유클리디안 제곱거리 산출한다. 다음으로 이 값들을 비교하여 \min 연산을 통해 가장 작은 유클리디안

제곱거리를 갖는 출력을 선택하여 회전자의 위치로 추론한다. 즉 임의의 위치에 회전자가 위치해 있을 때 단일펄스를 입력하여 얻은 각 상의 전류 변화율과 이미 획득된 각 각도에 대한 di/dt vs. θ_R 기준값($0^\circ - 359^\circ$)의 유클리디안 제곱거리를 모두 계산하여, 이 중에서 가장 작은 값을 가지는 위치를 현재 회전자의 위치로 결정하는 것이다. 이 모든 과정은 식 7을 통해 이루어지게 된다.

4. 시뮬레이션

제안된 방법의 유용성을 검증하기 위해 다음과 같이 시뮬레이션을 수행하였다. 그림 4와 같은 일반적인 TSRM의 전류 변화율을 적용하여 유클리디안 제곱거리를 계산한 결과 15° , 30° , 40° , 80° 에서 각각 그림 5, 그림 6, 그림 7, 그림 8과 같은 결과를 얻었다. 15° 는 한 상의 값이 최저이고 두 상의 값이 유사한 경우, 30° 는 한 상이 최고치이며 두 상이 유사한 경우, 40° 는 두 개의 상이 하강 중이며 한 개의 상이 약간 상승 중인 경우, 80° 는 이와 반대로 한 개의 상이 하강 중이며 두 개의 상이 약간 상승 중인 경우에 대한 시뮬레이션을 실시한 것이다.

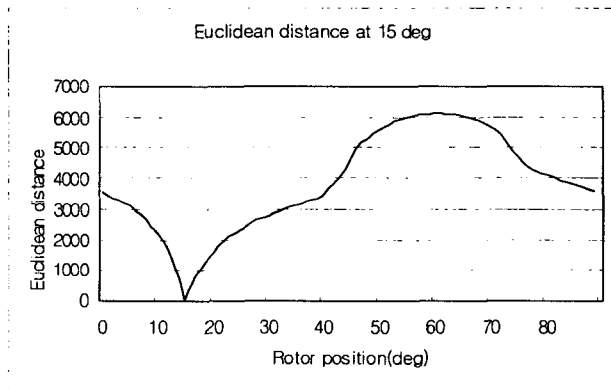


그림 5 회전자 위치 15° 에서의 유클리디안 제곱거리
Fig. 5 Squared Euclidean Distance at 15°

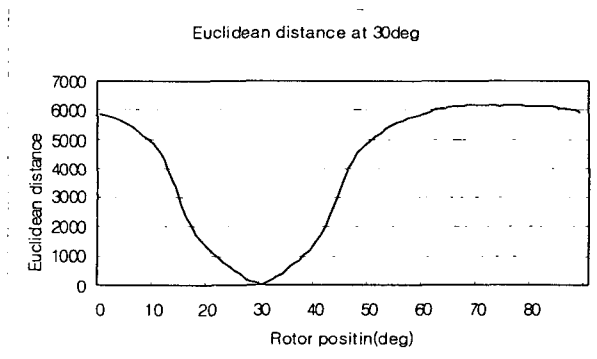


그림 6 회전자 위치 30° 에서의 유클리디안 제곱거리
Fig. 6 Squared Euclidean Distance at 30°

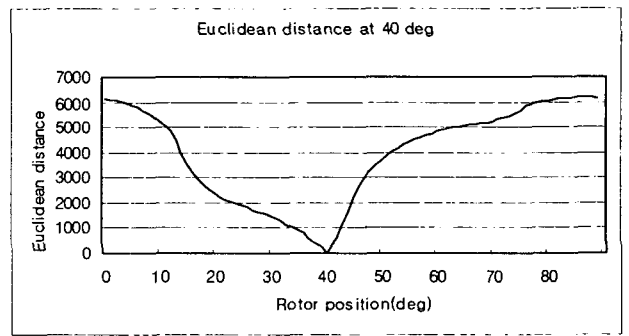


그림 7 회전자 위치 40° 에서의 유클리디안 제곱거리
Fig. 7 Squared Euclidean Distance at 40°

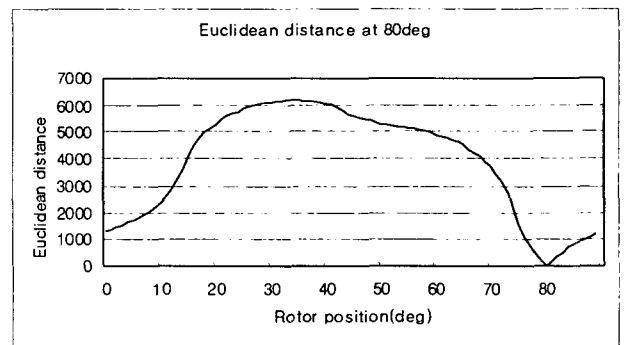


그림 8 회전자 위치 80° 에서의 유클리디안 제곱거리
Fig. 8 Squared Euclidean Distance at 80°

그림 4에서 볼 수 있는 것과 같이 15° 의 경우에는 한 상의 경사도는 매우 완만하지만 두 상의 경사도가 매우 급하므로 그림 5에서와 같이 매우 뚜렷한 위치추정 결과를 얻을 수 있다. 30° 의 경우에는 한 상의 경사도가 완만하며 다른 두 상도 그다지 급한 경사를 갖지는 못하다. 그러나 그림 6과 같은 결과를 얻을 수 있으므로 위치추정에는 문제가 없는 것으로 판단된다. 40° 와 80° 의 경우는 모두 두 상의 경사도가 완만하지만 나머지 하나의 상의 경사도가 매우 급하므로 그림 7, 그림 8에서 볼 수 있는 것과 같이 정확한 위치를 검출할 수 있다. 시뮬레이션을 실시한 4가지 각도 이외의 시뮬레이션 결과도 모두 위의 경우와 크게 다르지 않다. 위와 같은 시뮬레이션 결과는 제안한 방법을 적용한 회전자의 위치추정결과가 매우 우수함을 입증해 주고 있다.

5. 실험 및 결과

5.1 시스템 구성

그림 9에서 제안된 시스템의 구성을 보여주고 있다. 제어기로 DSP(TMS320F240)가 사용되었으며, 기준값 획득 및 오차계산을 위하여 정확한 위치검출을 하기 위한 엔코더가 사용되었다. 전류를 센싱하기 위한 3개의 전류센서가 각 상에 부착되어있으나, 각 상을 여자시킬 때 그 상을 이미 알고 있으므로 DC link 단에 하나의 전류 센서만 사용해도 가능하다. 제어기에서는 전류 변화율을 획득하기 위해 각 상에

펄스전압을 인가하고, 그때의 전류값을 A/D 변환기를 통해 입력받아 전류 변화율을 계산한다. 그리고 이미 획득해 저장해 놓은 di/dt vs. θ_R 기준값과 전류 변화율의 유클리디안 제곱거리를 계산함으로써 회전자의 위치를 추정한다. 그리고 엔코더를 통해 입력받은 회전자 위치와 비교하여 오차를 계산하게 된다.

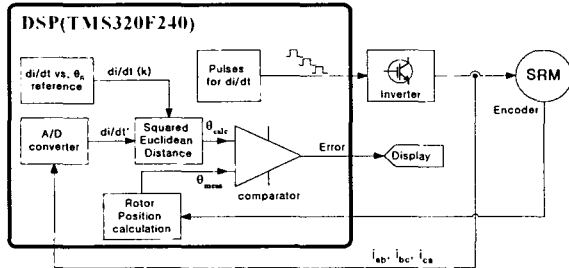


그림 9 제안된 시스템의 구성도
Fig. 9 Schematic diagram of the proposed system

5.2 기준값 획득

회전자의 위치에 따라 전류 변화율은 변화한다. 모든 위치에 대해서 di/dt vs. θ_R 기준값을 얻기 위해서 매 1° 마다 그림 10에서와 같이 각 상에 펄스를 인가하여 전류 변화율을 측정한다. 이때 정확한 위치에서 데이터를 받는 것이 중요하다. 본 논문에서는 정확한 위치검출을 위해 고정밀 엔코더를 사용하였다. 엔코더는 1024ppr의 분해능을 가지며 제어기로 엔코더 펄스가 입력되면서 4채배 되어 4096ppr의 분해능을 가지게 된다. 따라서 89° 까지는 1024의 펄스를 가지며 1펄스 당 0.088° (1° 당 11.378펄스)의 값을 갖는다. 이렇게 분해능이 높은 엔코더를 사용함으로써 각 각도에 대한 보다 정확한 입력값을 얻을 수 있다. 그리고 정확도를 높이기 위해 각 상에 펄스전압을 30회 반복하여 인가하고 그때 얻은 전류 변화율의 평균값을 취하여 위치를 추정하게 된다. 획득된 전류값은 di 가 되며 이때 dt 는 $145\mu s$ 이다. 이를 기반으로 얻은 회전자의 위치에 따른 전류 변화율의 분포는 그림 11과 같이 나타난다. 회전자와 고정자가 완전하게 균일하지 않으며 데이터 획득과정에서 약간의 오차가 포함될 수 있기 때문에 모든 동일한 전기적인 각도에서 일정한 값이 나오지는 않고 있음을 볼 수 있다. 하지만 회전자 위치를 추정하는데 있어서 큰 문제점이 되지는 않을 것으로 판단된다.

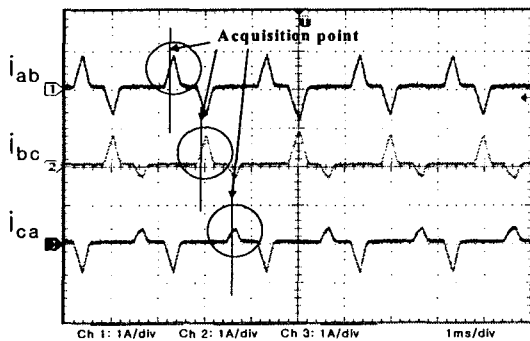


그림 10 전류 변화율의 검출
Fig. 10 Detection of the rate of change of current

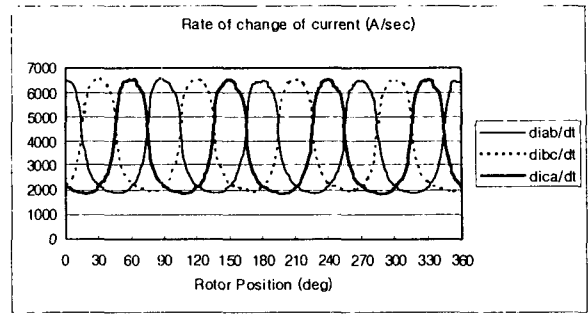


그림 11 획득된 전류 변화율
Fig. 11 Acquired rate of change of current

5.3 실험 결과

획득된 전류 변화율을 기반으로 모든 각도에서 유클리디안 제곱거리를 산출하여 회전자의 위치를 추정한 결과 그림 12 ~ 그림 14와 같은 결과를 얻을 수 있었다. 그림 12는 엔코더를 이용하여 측정된 회전자의 위치(기계각에 따른 전기각)이며 그림 13은 제안된 방법에 의해 추정된 회전자의 위치를 나타낸다. 미세한 회전자의 위치변화, A/D 변환기의 오차, 회전자 및 고정자의 불균일, 공극의 불균일, 유기 기전력의 미세한 진동 등에 의해 약간씩 다른 값을 가지기 때문에 약간의 오차를 나타내게 된다. 본 실험에서는 $88^\circ, 89^\circ, 177^\circ, 178^\circ, 267^\circ, 268^\circ, 358^\circ, 359^\circ$ 에서 각각 1° 씩의 오차를 보였으며 다른 모든 각도에서는 정확하게 회전자의 위치를 추정하였다. 오차가 발생한 부분은 모두 두 상의 경사도가 완만하고 나머지 하나의 상의 경사도가 급한 부분이다. 전기적인 각으로 모두 유사한 각 인 것을 감안하면 오차 발생의 원인은 고정자의 돌극 중 하나가 불균일한 현상을 보이기 때문으로 판단된다. 오차가 발생한 위치는 모두 회전자와 고정자가 절반정도 겹쳐있는 시점이 되므로 이 부분에서 1° 의 오차가 발생하는 것은 모터를 구동하는데 있어서 큰 문제가 되지는 않을 것으로 판단된다. 그리고 시작품이 아닌 정밀한 모터를 사용할 경우는 이러한 오차는 사라질 것으로 여겨진다.

이와 같은 실험 결과로부터 본 논문에서 제안한 정지 시 회전자 위치 추정 방식의 성능이 우수함을 알 수 있으며, 정지 시 회전자 위치 검출에 문제를 가지고 있던 방식이나 현재까지 연구되고 향후 연구될 센서리스 구동 등에서 유용하게 사용될 수 있을 것으로 사료된다.

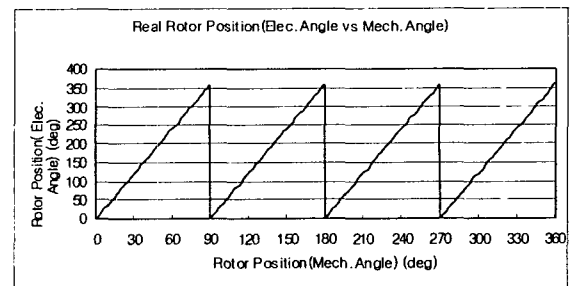


그림 12 엔코더에 의해 측정된 회전자 위치
Fig. 12 Measured rotor position with an encoder

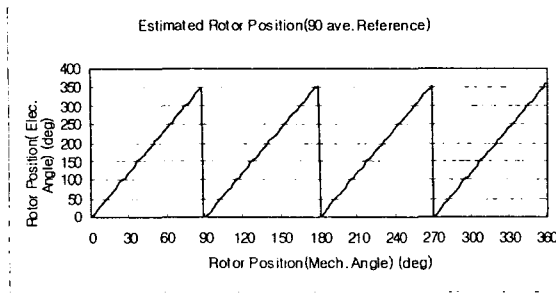


그림 13 제안된 방법에 의해 추정된 회전자 위치
 Fig. 13 Estimated rotor position by the proposed method

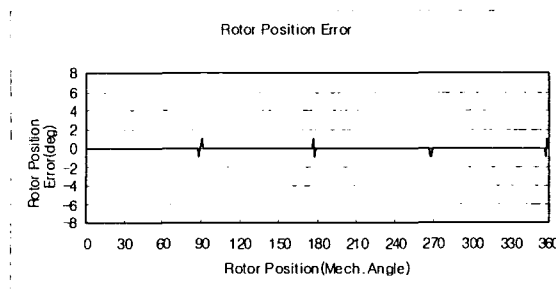


그림 14 회전자 위치 오차
 Fig. 14 Rotor position error

6. 결 론

본 논문에서는 펄스전압을 인가하여 획득한 전류 변화율을 이용하여 SRM 회전자의 초기 위치를 추정하기 위한 방법을 제안한다. SRM의 회전자 위치를 파악하기 위한 방법으로 인크리멘탈 엔코더를 사용하는 경우나 여러 가지 방법의 센서리스 구동을 하는 경우 초기 위치 검출에 많은 문제점을 가지고 있었다. 따라서 임의의 상에 강제로 회전자를 고정시키는 방법을 흔히 사용하였다. 이러한 방법은 여러 가지 문제점을 안고 있으므로 본 논문에서는 초기 위치를 정확하게 검출하는 방법을 제안하였다.

제안하는 방법은 회전자의 위치에 따라 입력 펄스전압에 대한 전류 변화율이 다르다는 특성을 기반으로 한다. 그리고 회전자의 위치를 검출하기 위한 부가적인 회로나 장치를 필요로 하지 않는다는 장점을 가진다.

먼저 회전자의 위치(θ_R)와 전류 변화율(di/dt)의 관계인 di/dt vs. θ_R 기준값을 획득한 후, 저장된 기준값과 측정된 전류 변화율의 유클리디안 제곱거리(Squared Euclidean Distance)를 이용하여 회전자의 위치를 추정하게 된다.

시뮬레이션을 통해 제안한 방법의 실용 가능성 및 성능을 보여주었고, 실험을 통해 회전자의 실제 위치와 추정 위치를 비교한 결과 매우 적은 오차를 나타냄으로써 제안한 방법의 정확성과 유용성을 입증하였다. 본 논문에서는 TSRM으로 실험을 하였으나 일반적인 SRM에서도 같은 방법으로 사용이 가능할 것이다.

제안된 방법은 지금까지 강제정렬 방식을 사용하였던 시스템에 초기 위치를 검출하여 구동할 수 있는 방법을 제시함

으로써 보다 더 성능이 향상된 SRM 구동 시스템의 구축에 도움이 될 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 2004년도 전남대 RRC 고품질 전기전자 부품 및 시스템 연구센터의 지원에 의하여 이루어진 연구로서, 관계부처에 감사 드립니다.

참 고 문 헌

- [1] 안진우, "스위치드 릴럭턴스 전동기", 오성미디어 2001.1.
- [2] Lyons, J.P.; MacMinn, S.R.; Preston, M.A, "Flux-current methods for SRM rotor position estimation", Conference Record of the 1991 IEEE Industry Applications Society Annual Meeting, Vol.1, pp. 482-487, Sept.-Oct. 1991.
- [3] C. Eyguesier, K. J. Tseng, F. Yan and S. Cao, "A basic algorithm of sensorless rotor position detection using fuzzy logic for the switched reluctance motor drives", ISIE '99. Proceedings of the IEEE International Symposium on Industrial Electronics, Vol. 2, pp. 684-688, July 1999.
- [4] Wang Zhongfang, A. D. Cheok and Wee Lim Kiang "Sensorless rotor position estimation algorithm for switched reluctance motors using fuzzy logic" PESC. 2001 IEEE 32nd Annual Power Electronics Specialists Conference, Vol. 3, pp. 1701-1706, June 2001.
- [5] E. Mese and D. A. Torrey, "An approach for sensorless position estimation for switched reluctance motors using artificial neural networks", IEEE Trans. on Power Electr., Vol. 17 Issue: 1, pp. 66-75, Jan. 2002.
- [6] I.-W. Yang and Y.-S.Kim, "Rotor speed and position sensorless control of a switched reluctance motor using the binary observer", IEE Proc.-Electr. Power Appl., Vol.147, No. 3, pp. 220-226, 2000.
- [7] Gabriel Gallegos-Lopez, Philip C.Kjaer, J.E.Miller, "A New Sensorless Method for Switched Reluctance Motor Drives", IEEE Trans. on Industry Appl., Vol. 34, No. 4, pp. 832-840, 1998.
- [8] W. F. Ray and I. H. Al-Bahadly, "A sensorless method for determining rotor position for switched reluctance motors", Fifth International Conference on Power Electronics and Variable-Speed Drives, Vol. 6, pp. 7-13, Oct. 1994.
- [9] Kim Ki-Bong, "Toroidal Switched Reluctance Motor part 1. fundamentals", Korea-Germany symposium 11, pp. 135-141, 1998.

저 자 소 개



양형열 (梁 焜 烈)

1969년 5월 27일생. 1993년 전남대학교 전기공학과 졸업. 1993년~1994년 현대자동차(주) 근무. 1998년 전남대학교 전기공학과 졸업(석사). 2004년 동대학원 졸업(박사). 현재 한국과학재단 지정 전남대학교 고품질전기전자부품 및 시스템연구센터 연구원.

Tel : 062) 530-3921

E-mail : sfish@chonnam.ac.kr



임영철 (任 永 徹)

1953년 4월 23일생. 1975년 전남대 전기공학과 졸업. 1977년 고려대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1990년 동 대학원 전기공학과 졸업(박사). 1997년 호주 모나시대학 Visiting Scholar. 현재 전남대 전기공학과 교수. 한국과학재단 지정 전남대 고품질 전기전자부품 및 시스템 연구센터 소장.

Tel : 062) 530-1743

E-mail : yclim@chonnam.ac.kr