

양문형 냉장고 도어의 자동 단차 맞춤 메커니즘 개발

윙레이¹, 윤재득¹, 정용호^{2*}

¹부산대학교 기계공학부

²부산대학교 기계공학부/정밀정형 및 금형가공 연구소

Development of the auto leveling mechanism for side-by-side refrigerator doors

Lei Weng¹, Jae-Deuk Yun¹ and Yoong-Ho Jung^{2*}

¹School of Mechanical Engineering, Pusan National University

²School of Mechanical Engineering, Pusan National University, ERC/NSDM

요 약 최근 보편화되고 있는 대형 냉장고는 냉동실과 냉장실이 나란히 있는 양문형이다. 그런데 양문형 냉장고에 대한 고객들의 가장 큰 불만 중의 하나는 양쪽 도어를 닫았을 때 높이 차가 발생하는 문제이며, 이를 도어의 단차라고 한다. 단차 문제의 가장 큰 원인은 냉장고가 설치되는 바닥이 평편하지 못하거나 사용 기간이 경과함에 따라 냉장고 캐비닛이 변형되기 때문이다. 이러한 단차를 확인하였을 때 지금까지는 고객이나 A/S 직원이 렌치 등을 사용하여 냉장고 하부의 지지나사를 조절하여 냉장고의 수평을 맞춘다. 그러나 이러한 작업은 대형 냉장고의 경우 상대적으로 힘이 약한 주부나 노인이 조작하기에는 어려운 작업일 뿐만 아니라 이러한 방식을 고객에게 요구하는 것 자체가 고객의 불만족을 야기할 수 있다. 본 연구는 이러한 문제를 해결하기 위해 도어의 단차를 자동으로 감지하여 양쪽 도어를 같은 높이로 자동으로 조절해주는 새로운 메커니즘을 제안하였다. 제안된 메커니즘은 공구를 사용하여 힘들고 번거롭게 단차를 조절할 필요 없이 냉장고의 도어를 열고 닫는 동작만으로 자동으로 단 맞춤이 가능하게 한다.

Abstract Recently the increasingly common large refrigerator is the side by side(SBS) refrigerator whose freezing chamber and refrigerating chamber are set side by side. But one of the biggest dissatisfaction of customers about SBS refrigerator is that the two doors don't meet the same height when they are closed. It is called door height difference(DHD). The main cause of DHD is the unevenness of floor on which a refrigerator is placed or the cabinet deformation caused by long time use. When the DHD is confirmed, the customer or maintenance personnel use wrench to adjust the support screw to make the refrigerator to reach the horizontal position. But for big refrigerator, it is not only difficult for women and old people who don't have enough force to adjust it, but also inappropriate to require customers to do this job. In order to resolve this problem, this research proposes a new mechanism which can detect the DHD and adjust two doors to the same height automatically. The adjustment would be completed during opening and closing the doors, avoid needing hard operation with wrench by hand.

Key Words : Auto leveling hinge, Door height difference, SBS refrigerator

1. 서론

생활수준의 향상과 생활양식의 변화에 따라 가정에서 대형 냉장고에 대한 선호도가 높아지고 있으며 근래에는

좌측에 냉동실을, 우측에 냉장실을 갖춘 양문형(side by side door) 냉장고가 애용되고 있다. 양문형 냉장고는 냉동실과 냉장실이 좌우로 배열되어있어 사용하기에 더 편리하고 미관상 보기에도 좋다. 그런데 양문형 냉장고를

*Corresponding Author : Yoong-Ho Jung

Tel: +82-10-2447-2469 email: yhj@pusan.ac.kr

접수일 12년 06월 13일

수정일 12년 07월 10일

게재확정일 12년 07월 12일

장기간 사용하다 보면, 좌우 도어의 높이가 달라질 수 있는데 고객은 이를 제품 불량으로 인식하여 A/S를 요청하고 있으며, 이것이 전체 불량률 중 상위권을 점유하고 있는 실정이다[1].

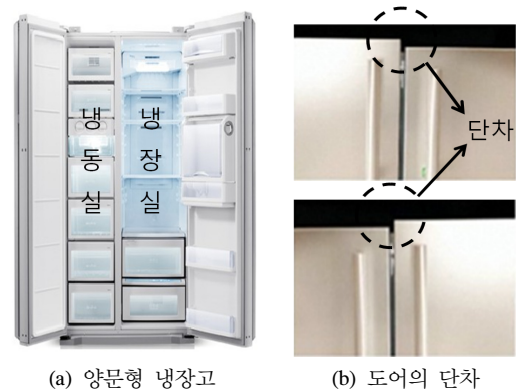
이러한 단차가 발생하는 직접적인 원인 중의 하나는 냉장고가 설치되는 바닥이 평편하지 못하거나 사용 시간이 경과함에 따라 캐비닛이 변형되기 때문인데, 캐비닛이 변형되면 캐비닛 모서리의 높이 차이가 나고 이로 인하여 양쪽 도어의 단차가 발생한다. 이러한 단차에 대해 대부분 가전 회사에서 채택하고 있는 해결방법은 냉장고 전면 하단에 부착된 다리의 높이 조절 장치로써 냉장고의 수평을 맞추어 단차를 조절한다. 그러나 냉장고가 점차 대형화됨에 따라 냉장고의 무게가 점점 무거워지고 있으며 일반 소비자들에게 공구를 사용하여 냉장고의 수평 조절을 요구하는 것은 고객의 불만족을 야기할 수 있다. 뿐만 아니라 고객이 직접 냉장고의 수평을 맞추도록 하기 위해서는 냉장고가 판매될 때, 고객에게 추가적인 안내 및 교육을 실시해야 한다.

본 연구에서는 양문형 냉장고의 도어에 단차가 발생하였을 때 고객이나 A/S직원이 수동으로 도어의 단 높이를 맞추는 대신 단차를 자동으로 감지하여 매일 문을 열고 닫는 동안 양쪽 도어의 높이가 자동으로 조절되게 하는 새로운 메커니즘을 개발하고자 한다.

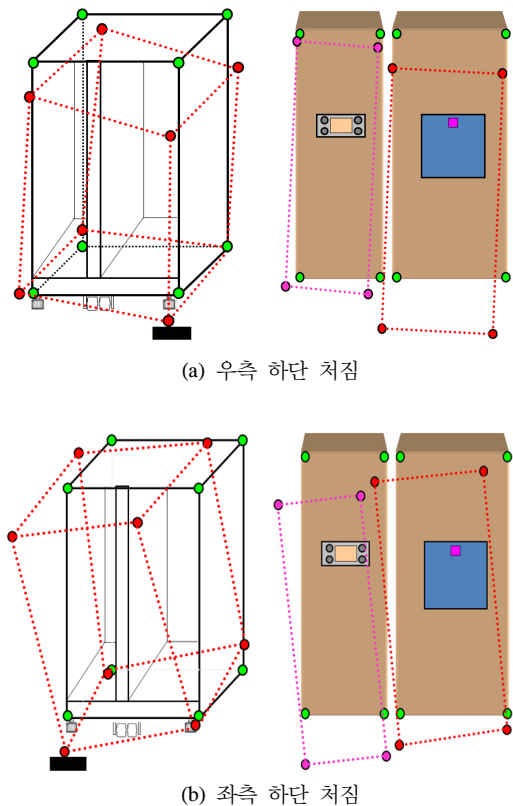
2. 양문형 냉장고 도어의 단차

2.1 도어 단차의 원인

그림 1(a)와 같은 양문형 냉장고는 좌측에 냉동실이 있고, 우측에 냉장실이 있는 구조를 가지며 그림 1(b)와 같이 냉장실의 도어와 냉동실 도어의 높낮이 차이가 나는 것을 도어의 단차로 정의한다. 이러한 도어 단차가 발생하는 가장 큰 원인은 바닥의 평탄도 차이에 기인한다고 알려져 있다[1]. 즉, 그림 2(a)와 같이 냉장고의 오른쪽 바닥이 낮은 경우에는 오른쪽 문이 내려가게 되고, 그림 2(b)와 같이 왼쪽 바닥이 낮은 경우에는 왼쪽 문이 내려가게 된다[2]. 따라서 양문형 냉장고가 가정에 설치될 때 설치 기사는 먼저 바닥의 평탄도를 확인하고 냉장고를 지지하는 힌지의 높이를 조절하여 좌, 우 도어가 같은 높이가 되도록 한다.



【그림 1】 양문형 냉장고 도어의 단차
【Fig. 1】 SBS refrigerator door height difference



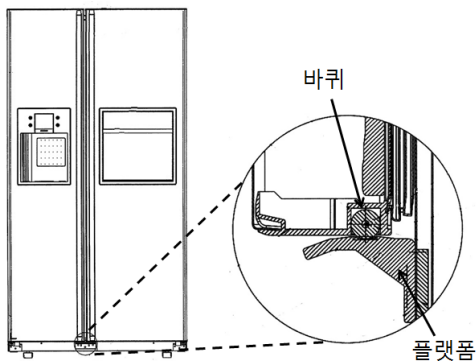
【그림 2】 평탄도 차이로 인한 본체 변형
【Fig. 2】 Cabinet deformation caused by flatness differences

그러나 시간이 경과함에 따라 여러 가지 원인으로 냉장고가 설치될 때의 수평 상태를 유지하지 못할 수도 있다. 특히 최근의 냉장고는 점점 대형화됨에 따라 냉장고 도어의 하중이 증가하고 있으며 도어에 적재되는 음식물

의 하중과 합쳐져 도어의 처짐을 증대시킨다. 또한 사용자가 냉장고의 위치를 옮길 경우 새로운 설치장소의 바닥 평탄도에 따라 도어의 단차가 발생하기도 한다.

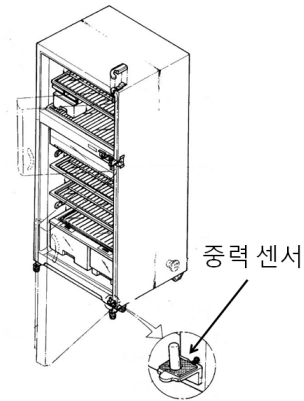
2.2 기존의 해결방법

냉장고 도어의 단차 문제에 대하여 기존의 가전 회사들은 몇 가지 해결 방법들을 제시하고 있는데, 첫 번째 방법은 도어를 닫았을 때, 도어의 높이를 정해진 위치로 유지시키는 방법이다[3]. 즉, 그림 3과 같이 양쪽 도어의 하단 끝 부분에 작은 바퀴를 부착하고 냉장고 몸체의 아래에는 도어에 부착된 바퀴가 타고 올라갈 수 있는 플랫폼을 부착해 둔다. 그러면 도어가 닫힐 때 도어에 부착된 바퀴가 항상 플랫폼의 면을 따라 오르게 되고 좌, 우 문이 동일한 높이를 유지하게 된다. 그러나 이 방법은 도어가 완전히 닫히지 않게 될 수 있으며, 한쪽 도어가 플랫폼의 위치보다 더 높게 변형된 경우는 해결하지 못하는 문제가 있다.



[그림 3] 도어 높이 유지 방법[3]
[Fig. 3] Method keeping the door's height

두 번째는 안전 경보 시스템을 이용한 방법이다[4]. 즉, 그림 4와 같이, 중력 센서가 도어의 힌지에 장착되어 있고 도어가 힌지 위에 조립된다. 센서가 도어의 하중을 측정하여 도어가 지지할 수 있는 무게를 초과하는 경우, 경보음을 울려 사용자에게 경고하도록 하여 사용자가 도어의 무게를 줄이도록 한다. 그러나 이 방법은 변형을 제거하는 직접적인 방법이 되지 못하며, 이미 변형된 경우를 해결하지 못하는 단점이 있다.

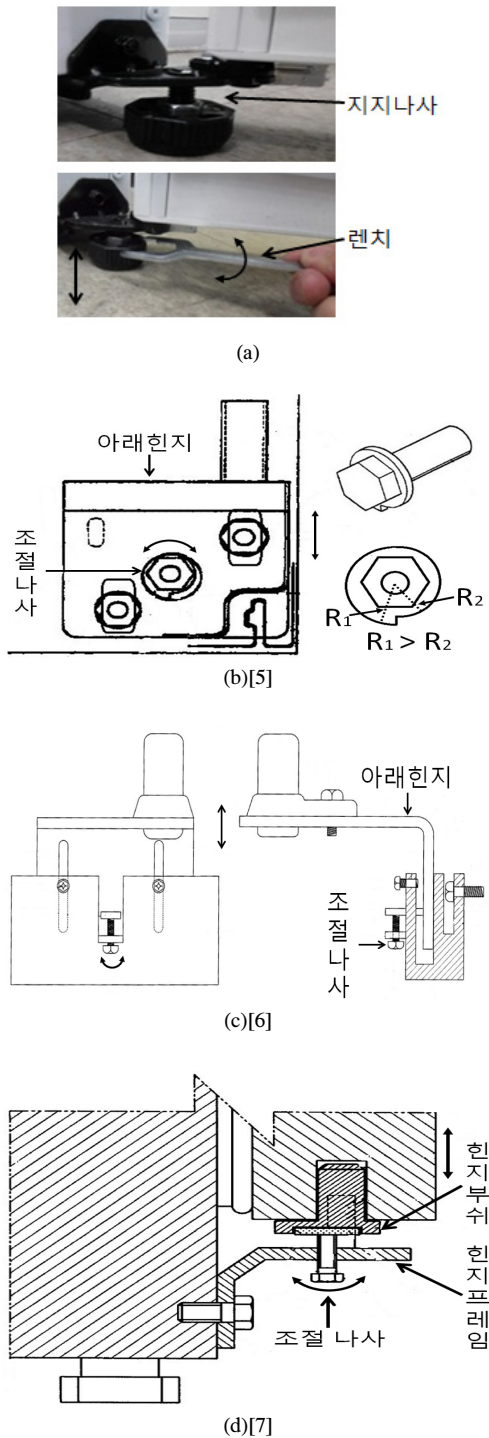


[그림 4] 센서 이용한 도어 적재량 감지 장치[4]
[Fig. 4] Door's loading weight sensing device using sensor

세 번째 방법은 렌치를 이용하여 사용자가 직접 냉장고의 몸체를 지지하는 힌지 높이를 조절하는 것이다. 이런 시스템은 여러 종류가 있는데, 그림 5(a)와 같이 사용자가 렌치를 사용하여 지지나사를 회전시켜서 냉장고 몸체의 높이를 조절하는 방법이 있으며, 그림 5(b)와 같이 특수한 형상의 조절나사를 사용하여 힌지의 높이를 조절하는 방법이 있다[5]. 즉 그림 5(b)에서와 같이 조절 나사는 반경이 가변되는 형상으로 설계되어 있으며 사용자가 조절 나사를 반시계방향으로 회전시키면 힌지를 지지하고 있는 부분의 반경이 감소하여 힌지가 하강하고 시계방향으로 회전시키면 반경이 증가하여 힌지가 상승하는 구조이다. 이와 유사한 방법으로 그림 5(c)[6]와 (d)[7]도 조절 나사를 이용하여 힌지의 높이를 조절하는 방법이다. 그러나 이러한 기존의 방법들은 모두 설치기사나 고객이 직접 냉장고 바닥의 수평을 맞추는 작업을 수행해야 하기 때문에 단차가 발생할 때마다 일일이 A/S기사를 부르거나 고객이 직접 힘든 작업을 수행해야 하는 불편이 있다.

3. 자동 높이 맞춤 힌지 메커니즘

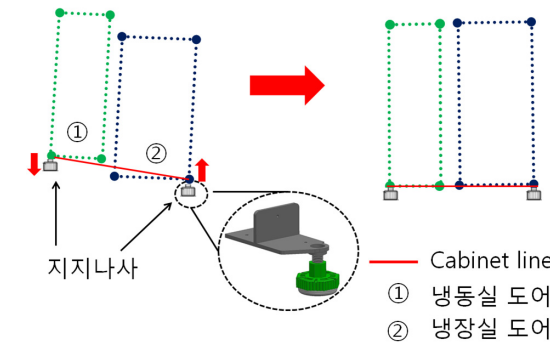
본 연구에서는 냉장고의 양쪽 도어의 단차를 해결하기 위한 기존의 수동적이고 불편한 방법과는 달리 양쪽 도어의 단차를 자동으로 조절해 주는 힌지 시스템을 제안하였다. 도어의 단차를 자동으로 조절하기 위해서는 먼저 도어의 단차가 얼마나 차이가 나는지 감지를 한 후에 차이가 나는 만큼 도어의 높이를 조절 해주어야 한다. 즉, 그림 6의 좌측 그림과 같이 왼쪽 바닥의 높이가 오른쪽보다 높으면, 왼쪽 도어가 오른쪽 도어보다 높아진다. 이



[그림 5] 조절나사를 이용한 조절 방법
[Fig. 5] Adjusting methods using adjusting screw

때, 왼쪽 도어는 캐비닛이 수평일 때의 라인보다 위에 있고 오른쪽 도어는 캐비닛 라인보다 아래에 위치하게 되므로 도어의 높낮이를 감지하는 부분을 도어의 중앙에 장착하여 캐비닛 라인과 높낮이를 감지하도록 한다. 그림 6의 좌측과 같은 상황에서 도어의 높이를 맞추기 위해서는 우측의 힌지를 올리고 좌측의 힌지를 내리면 그림 6의 우측과 같이 도어의 높이를 맞출 수가 있다.

따라서 본 연구에서는 그림 5(a)와 같은 기존의 지지나사로 구성되는 힌지를 냉장고의 전면 양쪽 모서리 아래 설치하고 지지나사를 회전시켜 도어의 높이가 자동으로 조절되는 장치를 제안한다. 제안된 시스템은 도어의 단차를 자동으로 감지하는 부분과, 단차를 자동으로 조절하는 부분으로 구성되며 다음 절에서 각 부분의 작동원리를 상세히 설명하겠다.



[그림 6] 도어 높이 맞춤의 기본적인 원리
[Fig. 6] Basic principle of the door height alignment

3.1 자동 높이 조절 메커니즘의 원리

앞 절에서 설명한 바와 같이 도어의 높이를 맞추기 위해서는 냉장고의 캐비닛과 도어를 지지하는 힌지를 올리고 내려야 한다. 즉, 도어를 올려야 할 때는 그림 5(a)의 지지나사를 위에서 바라보았을 때 시계방향으로 회전시켜야 하고, 도어를 내려야 할 때는 지지나사를 반시계 방향으로 회전시켜야 한다. 본 연구에서는 이러한 동작을 자동으로 구현하기 위해 래칫 렌치의 메커니즘을 이용하였다. 래칫 렌치는 그림 7(a)와 같이 내부에 삼각형의 치형을 가진 기어가 있고, 여기에 좌우로 회전할 수 있는 두 개의 멈춤쇠가 스프링에 의해 밀착되어 있다. 만약 두 개의 멈춤쇠가 그림 7(b)와 같이 오른쪽에 있어 왼쪽 멈춤쇠가 기어에 접촉하는 경우 기어는 시계 방향으로만 회전할 수 있고, 그림 7(c)와 같이 왼쪽에 있어 오른쪽 멈춤쇠가 기어에 접촉하는 경우 반시계 방향으로만 회전할 수 있다. 멈춤쇠의 위치는 캠 형상을 가진 스위치의 조작으로 정해진다.



(a) 래칫 렌치의 외관 및 구조



(b) 래칫 렌치의 우회전 (c) 래칫 렌치의 좌회전

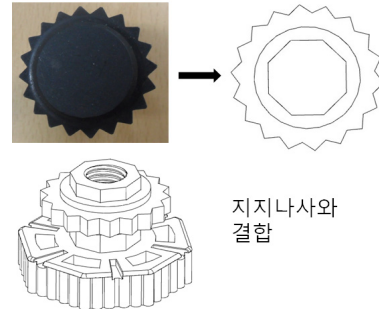


(d) 래칫 렌치의 자유회전

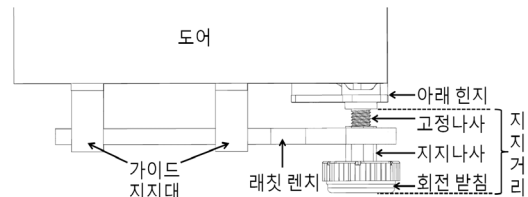
[그림 7] 래칫 렌치의 작동원리
[Fig. 7] Ratchet Wrench's working principle

본 연구에서는 냉장고를 지지하는 힌지를 올리거나 내리고자 할 때 한쪽 방향으로 회전하는 래칫 렌치 메커니즘을 이용하기 위해, 지지나사와 래칫 렌치의 삼각 기어를 결합하였다. 즉 그림 8과 같이 래칫 렌치의 기어의 중심 위치에 육각의 암나사를 가공하여 기존의 지지나사의 육각 머리와 결합하였다. 이러한 래칫 렌치장치를 그림 9와 같이 냉장고 도어의 아래에서 설치하고, 래칫 렌치의 손잡이를 냉장고 도어에 고정시켜 도어와 함께 회전하도록 하면, 도어를 열고 닫을 때 도어와 함께 래칫 렌치가

회전하여 지지나사를 돌릴 수가 있게 된다. 이때 지지나사가 자유롭게 회전 할 수 있도록 지지나사의 아래쪽에 회전 받침을 부가한다.

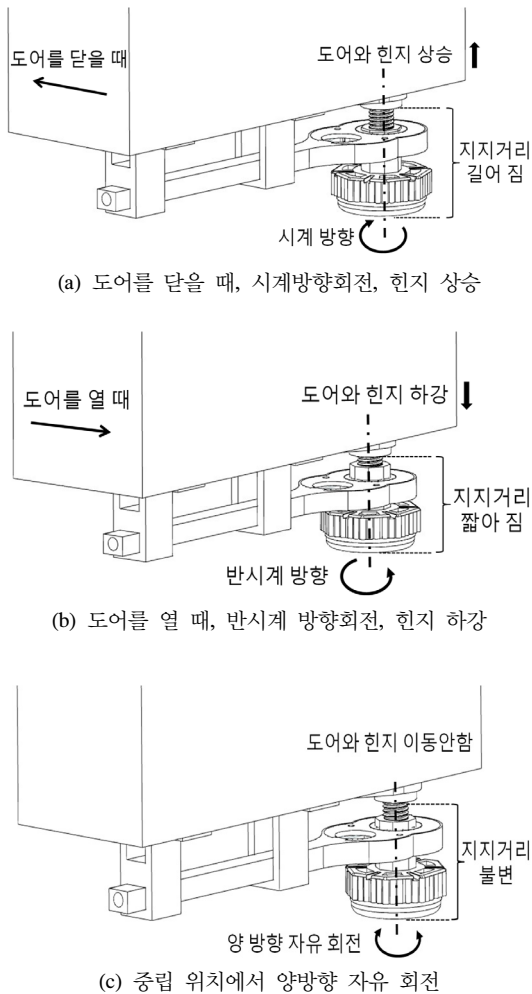


[그림 8] 삼각 기어를 결합한 지지나사의 설계
[Fig. 8] Design of supporting screw with triangular gear



[그림 9] 래칫 렌치의 설치 위치
[Fig. 9] Ratchet Wrench's installing position

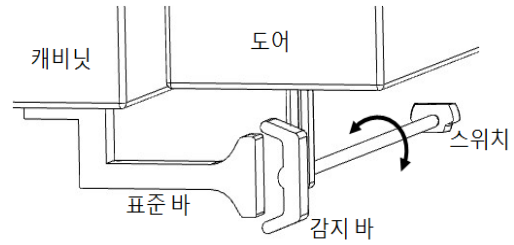
보통의 래칫 렌치는 앞의 그림 7과 같이 스위치가 세 가지의 위치를 가지고 있고, 각 위치에서 렌치는 한 방향으로만 회전 할 수가 있다. 만약 냉장고를 지지하는 힌지를 올려야 하는 경우, 스위치를 그림 7(b)와 같은 위치에 있도록 하면 삼각 기어에 조립된 지지나사는 위에서 바라보았을 때 시계 방향으로만 회전할 수 있다. 따라서 그림 10(a)와 같이 도어를 닫는 동작을 하는 동안에 삼각 기어에 조립된 지지나사가 시계 방향으로만 회전하게 되므로, 냉장고를 지지하는 힌지가 지지나사의 고정 나사를 타고 올라가게 된다. 따라서 내려가 있던 도어가 높아지게 되어 도어의 단차가 자동으로 맞추어 지게 된다. 반대로 도어를 내려야하는 경우, 래칫 렌치의 스위치를 그림 7(c)와 같은 위치에 있도록 하면 그림 10(b)와 같이 도어를 여는 동작에 따라 삼각 기어에 조립된 지지나사가 반시계 방향으로 회전하게 되므로, 냉장고를 지지하는 힌지가 지지나사의 고정나사를 타고 내려가게 된다. 따라서 도어는 내려가게 되므로 단차가 자동으로 맞추어 지게 된다. 만약 단차가 없으면 스위치를 그림 7(d)와 같이 중립위치에 있도록 하면 래칫 렌치가 헛돌게 되므로 그림 10(c)와 같이 아무런 작용을 하지 않게 된다.



[그림 10] 자동 높이 조절 메커니즘
[Fig. 10] Auto height adjusting mechanism

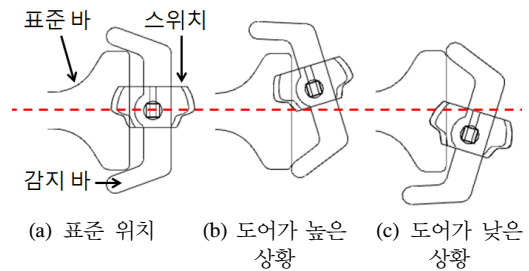
3.2 단차의 자동 감지 메커니즘

앞에서 설명한 자동 높이 조절 메커니즘이 작동하기 위해서는 도어의 단차와 방향을 감지하고 이에 따라 래칫 렌치의 스위치를 작동시켜 주는 메커니즘이 필요하다. 본 연구에서는 도어의 단차를 자동으로 감지하기 위해 그림 11과 같이, 냉장고 캐비닛의 표준 위치에 '표준 바'를 설치해 두고, 도어에 장착한 '감지 바'는 표준 바에 대한 상대적인 높낮이 위치에 따라 회전하여 래칫 렌치의 스위치를 작동시키게 하였다. 도어의 높낮이 위치에 따른 감지 바의 작동 원리는 다음과 같다.

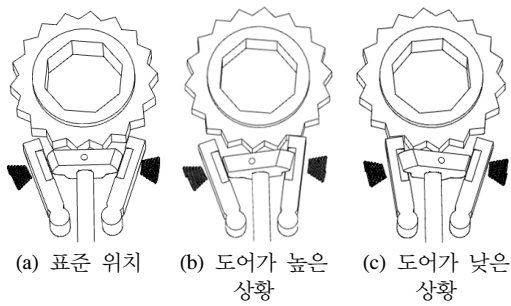


[그림 11] 감지 바 설치 위치
[Fig. 11] Detecting bar's installing position

그림 12(a)와 같이, 도어가 표준 위치에 있을 때는 감지 바와 표준 바가 같은 높이에 있기 때문에 도어를 닫을 때 표준 바가 감지 바의 홈에 삽입되면서 아무런 동작을 일으키지 않는다. 그러나 도어가 올라가 있게 되는 경우, 그림 12(b)처럼 도어에 부착된 감지 바도 함께 표준 바보다 높게 되므로, 도어가 닫힐 때 감지 바의 아랫쪽 돌출 부위가 표준 바에 밀려서 회전하게 된다. 이때 감지 바의 끝에는 스위치가 부착되어 있어 함께 회전하게 되므로 두 개의 멈춤쇠는 그림 13(b)와 같은 위치로 된다. 따라서 도어를 여는 동작에 따라 도어에 부착된 래칫 렌치가 삼각 기어를 반 시계 방향으로만 회전시키게 한다. 이러한 동작은 결국 삼각 기어와 결합된 지지 나사를 반 시계 방향으로 회전시켜서 도어의 높이를 낮추게 된다. 그림 12(c)와 그림 13(c)는 그 반대인 경우의 작동 원리를 나타낸다. 이러한 작동의 결과로 도어가 중립 위치로 반환 되면 감지 바와 두 스위치도 중립 위치로 반환되고 조절 부분은 아무런 작동을 하지 않게 된다.



[그림 12] 감지 바 메커니즘
[Fig. 12] Detecting bar mechanism

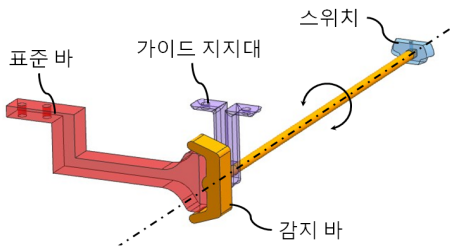


[그림 13] 스위치 메커니즘
[Fig. 13] Switch mechanism

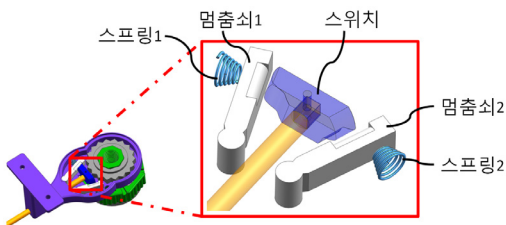
4. 자동 높이 맞춤 힌지의 상세 설계

4.1 힌지 부품의 모델링

단차의 자동 조절 메커니즘은 앞의 3.2절에서 설명한 바와 같이 감지 바가 표준 바와 접촉하면서 회전함으로써 작동하게 된다. 따라서 본 연구에서는 래칫 렌치의 스위치의 회전축을 그림 14와 같이 감지 바의 회전축과 같도록 설계하였다. 즉 감지 바의 회전축 끝에 스위치를 결합하여 감지 바가 회전 하면 스위치도 같이 회전하도록 설계하였다. 표준 바는 캐비닛의 바닥에 고정되며 감지 바와 스위치는 가이드 지지대에 의해 도어 하단에 장착된다.



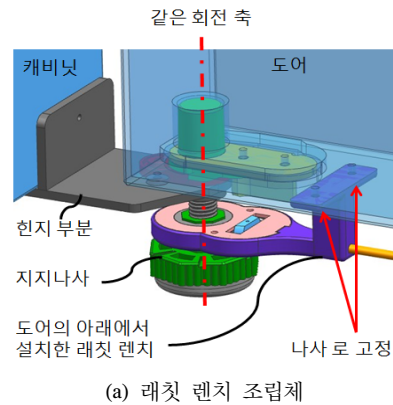
[그림 14] 감지 바와 스위치의 모델링
[Fig. 14] Modeling of detecting bar and switch



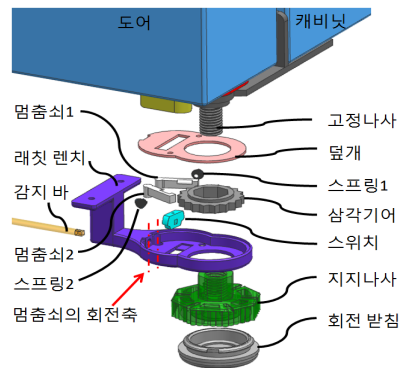
[그림 15] 스위치 부분의 상세 모델링
[Fig. 15] Detailed modeling of switch part

스위치는 그림 15와 같이 멈춤쇠의 위치를 제어하는데, 스프링에 의해 멈춤쇠가 항상 스위치를 밀어주기 때문에 스위치의 회전에 따라 앞의 그림 7과 같이 세 가지 작동 상태를 만들 수 있다.

그림 16은 본 연구에 개발한 자동 단차 조정 시스템 중 래칫 렌치 부분의 전체 조립도와 분해도를 보여 주고 있다. 표준 바를 제외한 나머지 시스템은 냉장고의 몸체를 지지하는 힌지의 하단부에 조립된다. 여기서 고정 나사는 그림 16(b)와 같이 힌지 하단에 부착되고, 지지 나사는 고정 나사와 조립되며, 회전받침 부품 위에서 자유롭게 회전할 수 있도록 되어 있다. 따라서 지지 나사가 위에서 바라보았을 때 시계 방향으로 회전하면, 고정나사를 밀어 올리게 되므로 냉장고 캐비닛이 상승하게 되어 결과적으로 도어가 상승하게 되고, 반 시계 방향으로 회전하면 그 반대의 기능을 수행한다. 개발된 메커니즘은 NX7.5를 사용하여 모델링하였으며 그림 17과 같이 냉장고 캐비닛과 도어 모델에 조립하였다.

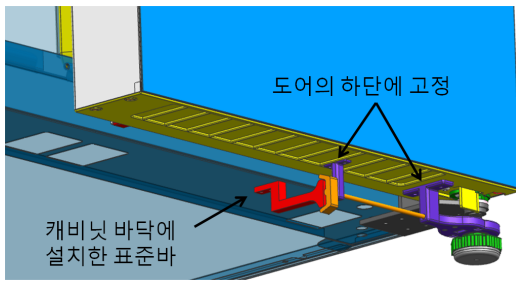


(a) 래칫 렌치 조립체



(b) 래칫 렌치 분해도

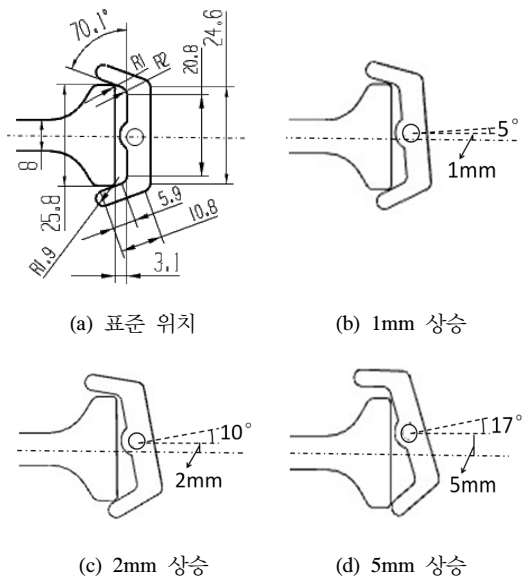
[그림 16] 래칫 렌치 시스템
[Fig. 16] Ratchet Wrench system



[그림 17] 도어 아래에 설치된 힌지 시스템
[Fig. 17] Hinge system installed below the door

4.2 주요 부품의 상세 설계

앞에서 설계한 자동 높이 조절 힌지 장치가 정밀하게 단차를 제어하기 위해서는 도어의 단차를 감지하는 감지 바와 래칫 렌치의 작동방향을 결정하는 스위치, 힌지 부분을 상, 하 이송 시키는 지지나사 형상의 정확한 설계가 필요하다.



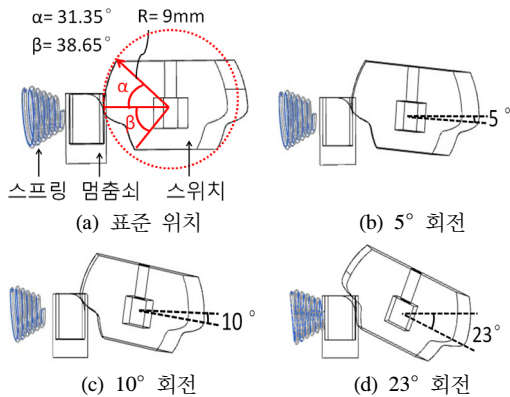
[그림 18] 감지 바의 상세 설계
[Fig. 18] Detailed design of detecting bar

제안한 시스템에서 가장 민감한 부품은 시스템의 작동 방향을 결정하는 도어 감지 바 및 스위치이다. 도어 감지 바는 도어의 단차를 감지하여 이를 회전 각도로 변환해주는 기능을 수행하는데, 도어가 닫히는 동작에 의해 표준 바와의 높이 차에 의해 회전하게 된다. 즉 감지 바와 표준 바의 높이가 같을 때는 그림 18(a)와 같이 중립위치

에 있으며, 만일 도어의 단차로 인해 표준 바와 감지 바의 높이가 차이가 나면 감지 바가 회전하게 된다. 본 연구에서는 제안된 기능이 과도하게 민감하게 작동하는 것을 피하기 위해, 도어의 단차가 2 mm미만까지는 단차의 자동 조절 기능이 작동하지 않도록 하며, 단차가 2 mm 이상인 경우 단차의 자동 조절 기능이 작동하도록 하였다. 이를 위해 도어 감지 바의 형상과 크기를 그림 18(a)와 같이 설계하였다. 따라서 설계된 도어 감지 바는 그림 18(b), 18(c), 18(d)와 같이 표준위치로부터 1mm, 2mm와 5mm를 이탈하면 5°, 10° 및 17°로 회전하게 설계하였으며, 높이차가 5 mm이상부터는 감지 바의 회전각도가 항상 17°가 되도록 하였다. 또한 감지 바가 10°이상 회전하게 되면 스위치에 부착된 스프링의 힘에 의해 스위치가 항상 23°로 회전하도록 하였다.

한편 스위치는 좌, 우, 중립의 각 단계를 정확히 결정할 수 있어야 한다. 따라서 각 단계를 결정하는 회전 각도의 범위를 지정할 필요가 있다. 본 연구에서는 도어가 표준 높이에 있으면 스위치는 그림 19(a)와 같이 중립위치에 있고 양쪽의 스프링에 의해 멈춤쇠가 평형의 위치를 유지한다. 만약 도어가 표준 바의 위치보다 하강하여 스위치가 10°회전할 때까지는 그림 19(b)와 같이 멈춤쇠를 중립위치에 그대로 유지시킨다. 그러나 만약 도어의 단차가 2 mm를 초과하여 감지부가 10°이상 회전할 때는 그림 19(c)와 같이 스프링에 의해 멈춤쇠가 스위치를 밀게 되어 그림 19(d)와 같이 스위치를 23°로 회전하게 하여 멈춤쇠가 삼각 기어의 이빨에 접촉하도록 하였다. 즉 감지부가 10°이상 회전을 하게 되면 스위치는 항상 23°로 회전하도록 하여 단차의 자동 조절 기능이 작동하도록 하였다. 이를 위해 스위치의 각도 α 와 β 를 각각 31.35°, 38.65°로 설계하였다. 표 1은 도어의 이탈거리에 따른 감지 바와 스위치의 회전각도의 변화를 나타내고 있다.

이제 제안된 래칫 렌치 시스템과 감지 메커니즘을 장착하면, 도어를 닫을 때 도어의 단차에 따라 도어 감지 바가 회전하고 감지 바의 회전각도와 같은 각도로 스위치를 회전시켜 렌치의 작동방향이 결정된 후, 사용자가 도어를 열고 닫는 동작에 의해 스위치가 지정한 방향으로만 지지나사를 회전시켜 힌지를 올리거나 내리게 된다. 이 때 힌지의 상하 이송량은 중립위치 범위인 4mm보다 작아야 한다. 본 연구에서는 그림 20과 같이 기존의 고정나사의 피치 1.75mm를 그대로 이용하였다. 이때 냉장고 도어의 최대 개방각도가 약 150°임을 고려하면 도어를 1회 개폐할 때 힌지의 이송량은 최대 0.73mm이므로 도어의 단차를 정밀하게 조정할 수 있을 것이다.



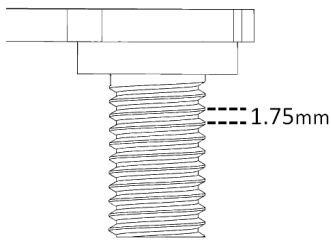
[그림 19] 스위치의 상세 설계

[Fig. 19] Detailed design of switch part

[표 1] 도어의 이탈 거리와 감지 바의 회전각도

[Table 1] Deviating distance of door and the rotate angle of detecting bar

이탈 거리	감지 바의 회전각도(°)	최종 회전각도(°)
1mm	5	5
2mm	10	23
3mm	13	23
4mm	15	23
≥5mm	17	23



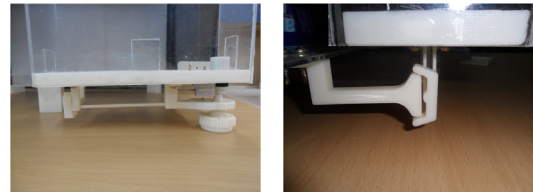
[그림 20] 고정나사의 피치 설계

[Fig. 20] Design of screw pitch

5. RP 모델 제작 및 작동성 평가

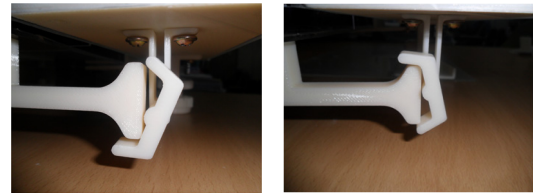
본 연구에서 제안한 메커니즘의 실제 작동성을 확인하기 위해 앞 절에서 설계한 모델을 RP(Rapid Prototyping) 기계로 제작하였다. 그림 21(a)는 조립된 전체 형상이고 그림 21(b)는 도어가 중립 위치에 있는 상태이며, 도어가 표준 위치보다 낮거나 높을 때 시스템이 어떻게 작동하

는지 그림 21(c)와 21(d)에서 각각 보여주고 있다. 작동성 테스트 결과에 따르면 냉장고 도어가 표준 위치에서 2mm를 이탈했을 때 감지 바가 높이 차이를 자동으로 감지하고 스위치는 24°회전하여 시스템이 정상 작동하였다. 도어가 다시 표준 위치로 돌아간 후에는 감지 바가 다시 스위치를 중립 위치로 복귀시켜 더 이상 힌지를 올리거나 내리지 않게 되었다.



(a) 전체 형상

(b) 표준 위치



(c) 도어가 낮은 상황

(d) 도어가 높은 상황

[그림 21] RP 모델의 조립 및 작동 실험

[Fig. 21] Assembly of RP model and functioning experiment

6. 결론

양문형 냉장고의 경우, 냉장고가 설치된 바닥의 평면도 차이 또는 장기간의 사용 후 냉장고의 캐비닛의 변형에 따라 양 쪽 도어의 높이가 차이 날 수 있다. 본 연구에서는 도어의 단차를 자동으로 조정할 수 있는 메커니즘을 제안하였다.

제안한 메커니즘은 도어를 닫을 때 도어의 단차를 자동으로 감지하고, 사용자가 도어를 열고 닫을 때 도어의 높이를 조절하여 단차를 맞춤 수 있도록 설계하였다. 따라서 사용자가 음식물을 꺼내기 위해 도어를 열고 닫을 일상적인 동작만으로 도어의 단차가 자동으로 맞추어지기 때문에, 사용자가 도어의 단차를 맞추기 위한 별도의 작업을 하지 않아도 될 뿐만 아니라 도어의 단차를 인식하기 전에 항상 도어의 높이가 같도록 유지된다.

제안한 메커니즘을 샘플을 제작하여 작동성을 시험한 결과, 도어의 단차를 2mm 이내로 유지 시켜주는 것을 확인하였고 메커니즘의 작동으로 인해 추가되는 도어 개방

력은 약 1kgf이므로 사용자가 도어를 열고 닫을 때 무리가 없을 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서 제안한 메커니즘으로 양문형 냉장고에 실제 적용함으로써 도어의 단차를 해결할 수 있을 것으로 기대된다.

References

- [1] Kwang-Cheol Shin, Soo-Won Chae, "A Study on the Door Height Difference of the SBS Refrigerator", 2004 KSME Fall Conference, pp.528-533, 2004.
- [2] Boo Youn Lee, Chang Lim Lee, "Measurement and Evaluation of Door Height Difference of Side-by-Side Refrigerators", Bulletin of The Institute for Industrial Science, Vol. 31, No. 1, pp. 23-30, 2008.
- [3] Guangkuan Yao, Hua Li, "A Device of Adjusting Refrigerator Door Height and Refrigerator", CN 201522171 U, 2010.
- [4] Chang-Ho Lee, "Apparatus for Supporting Door in Refrigerator", KR-U-2000-0013315, 2000.
- [5] Gwan-Sik Jeong, "Adjusting Apparatus for Refrigerator", KR-B1-10-0262396, 2000.
- [6] Seon-Nam Mun, "Height Modulating Hinge Apparatus of Refrigerator doors", KR-B1-10- 0675777, 2007.
- [7] Myeong-Su Kim, "Refrigerator Having Door Capable of Adjusting Height", KR-A-10-2006- 0125394, 2006.

왕 레 이(Lei Weng)

[준회원]



- 2010년 6월 : Southeast University engineering mechanics (공학 학사)
- 2010년 9월 ~ 현재 : 부산대학교 대학원 석사과정

<관심분야>
CAD/CAM

윤 재 득(Jae-Deuk Yun)

[정회원]



- 2007년 2월 : 부산대학교 기계공학 전공 (공학 학사)
- 2009년 8월 : 부산대학교 기계공학 전공 (공학 석사)
- 2009년 9월 ~ 현재 : 부산대학교 대학원 박사과정

<관심분야>

5-Axis high-speed machining, Computational Geometry

정 용 호(Yoong-Ho Jung)

[정회원]



- 1983년 2월 : 부산대학교 기계공학 전공(공학 학사)
- 1990년 2월 : 서울대학교 기계설계 전공 (공학 석사)
- 1993년 2월 : 서울대학교 CAD/CAM 전공(공학 박사)
- 1993년~1996년 : 삼성항공(주) 수석연구원

- 1996년 3월~현재 : 부산대학교 기계공학부 교수

<관심분야>

Geometric Modeling, 5-axis High-speed Machining, Assembly Modeling, Mesh generation