(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。Int. Cl.[7]
G01M 17/02

(11) 공개번호 특2003-0096047
(43) 공개일자 2003년12월24일

(21) 출원번호 10-2003-0037847
(22) 출원일자 2003년06월12일

(30) 우선권주장 02/07399 2002년06월13일 프랑스(FR)
02/09629 2002년07월29일 프랑스(FR)

(71) 출원인 소시에떼 드 테크놀로지 미쉐린
프랑스공화국 63000 클레르몽-페랑 뤼 브레쉐 23

미쉐린 러쉐르슈 에 떼크니크 에스.에이.
스위스 그랑즈-빠꼬 씨에이취-1763 루트 루이-브하일르 10 에 12

(72) 발명자 레비,조르쥬
프랑스에프-63000클레르몽-페랑뤼드터레일4

팡게아,니콜라스
프랑스에프-63400샤말리에애브뉴테르말28

(74) 대리인 이병호

심사청구 : 없음

(54) 최대 레벨의 마찰계수에서 기능하도록 타이어의미끄러짐을 최적의 레벨로 유지하는데 사용할 수 있는,자동 제어 방법

요약

파라미터 Y의 값을 최적값으로 유지하도록 파라미터 X의 값이 자동으로 제어되는, 상승, 극값 및 하강을 나타내는 경로에 따른 파라미터 X의 함수로서 파라미터 Y가 변화하는 현상에 대한 자동 제어 방법에 있어서,

하나 이상의 값의 쌍을 위한 추정치 또는 측정치(X_i, Y_i)를 결정하는 단계와,

원점을 지나, 좌표(X_i, Y_i)를 통과하는 직선의 상응하는 경사(α_i)의 값을 결정하는 단계와,

변화 곡선 $\alpha_i = f(X_i, A_P)$을 모델링하기 위해 (α_i, X_i)를 가지는 충분한 수의 쌍으로부터의 회귀에 의해서, 또는 직접 계산에 의해서 계수(A_p)를 계산하는 단계와,

사전결정된 불변값 'Invt'을 사용함으로써 목표값(X_{Target})을 계산하는 단계를 포함하는 자동 제어 방법.

대표도

도 1

색인어

모델링, 마찰계수, 타이어, 제어, 회귀.

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따른 자동 제어 절차를 도시하는 블록도.

도 2는 슬립에 관한 마찰 계수의 변화와, 원점과 동일 슬립에서의 이전 곡선의 지점을 통과하는 시컨트의 동일 슬립에서의 변화의 곡선.

도 3은 드리프트 각도에 관한 드리프트 추력(drift thrust)의 변화와, 동일 드리프트 각도에서 이전 곡선의 지점 및 원점을 통과하는 시컨트의 동일 드리프트 각도에서의 변화의 곡선.

도 4는 다양한 테스트 조건하에서 동일한 타이어의 슬립에 관한 마찰 계수의 변화의 몇몇 곡선(plot)을 도시하는 도면.

도 5는 다양한 타이어 및 서로 다른 테스트 조건에 대하여 마찰 계수(μ_{max}) 및 연계된 슬립(G_{max})의 위치를 도시하는 도면.

도 6은 두 개의 특정 지점, 즉, 마찰 계수(μ_{max})와 그 연계된 슬립(G_{max}), 및 $G_{max/2}$로 전통적으로 표시되는 슬립(G_{max})의 50%에서 유력한 마찰 계수($\mu_{50\%}$)에 대응하는 종래의 지점이 표시되어 있는, 슬립에 대한 마찰 계수의 변화의 전형적인 개략적인 곡선을 도시하는 도면.

도 7은 다양한 타이어 및 서로 다른 테스트 조건에 대하여, 마찰 계수(μ_{max})와 연계된 슬립의 50%에서의 슬립에 대한 마찰 계수의 값의 비율(μ/G)(G_{max}의 50%에서)과 마찰 계수(μ_{max})와 연계된 슬립에 대한 마찰 계수(μ_{max})의 비율(μ/G)에 대응하는 지점들의 위치를 좌표계에 도시하는 도면.

도 8은 3개의 특정 슬립에 대한 곡선과 원점을 통과하는 시컨트의 경로를 도시하며, 슬립에 관한 마찰 계수의 변화의 전형적인 개략적인 곡선을 도시하는 도면.

도 9는 동일 슬립에서 마찰 계수의 변화의 곡선의 지점과 원점을 통과하는 시컨트의 경사의 슬립의 함수로서 선형 변화의 전형적인 개략적인 곡선을 도시하는 도면.

도 10은 Y의 최대값에서의 단조적 상승과, 특정 X에 대한 Y의 최대값을 나타내는 X에 관한 Y의 변화에 관한 현상에 대해 일반적으로 적용되는 곡선을 도시하는 도면.

도 11은 기본적으로 이전의 것과 유사한 다른 변화 현상에 대한 일반적으로 적용되는 곡선을 도시하는 도면.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 특정 시스템이 특정 동작점 주변에서 유지될 수 있게 하는 자동 제어에 관한 것이다. 양호한 응용예에서, 본 발명은 타이어 테스트 방법에 대한 것이다. 다른 양호한 응용에서, 본 발명은 차량의 안정성을 제어하기 위한 시스템, 특히, 'ABS'라는 용어로 널리 알려져 있는, 브레이크가 적용될 때, 차륜의 로킹을 회피하는 것을 목적으로 하는 기능뿐만 아니라, 예를 들어, 'ESP'라는 용어로 널리 알려진 시스템에서와 같이 일 차륜의 브레이크들에 자동으로 작용하거나 또는 소정의 다른 액츄에이터에 작용함으로써 안정한 경로상에서 차량을 유지하는 것을 목적으로 하는 그 보다 복잡한 변형예<4륜 조종, 액티브 안티-롤(active anti-roll), …>에 관련한 것이다.

마찰 계수의 최대값에 대응하는 슬립(G)에서 트레드가 기능하도록 된다면, 차량의 제동이 보다 효과적이라는 것이 공지되어 있다. 마찰 계수의 최대값은 μ_{max} 라 지칭된다. 그러나, 일반적인 운전자는 이 조건을 충족시키도록 제동을 제어할 수 없다.

먼저, 소위 'ABS' 브레이크 시스템에서는 타이어가 최대 그립력(grip) 주변에서 기능하도록 제동력이 자동으로 조절된다(실제로는, 제동 액츄에이터는 현재 일반적으로 유압 잭이고, ABS 시스템은 유압을 조절한다). 이 시스템은 최대의 그 립력 바로 아래로 다시 되도록 제동력을 감소시키기 전에, 차륜의 로킹을 개시(차륜의 회전속도의 급격한 감속)하여 최대의 그립력을 검출할 수 있도록 최대의 그립력을 초과하여 제동하는 것을 포함한다. 그후, 제동력은 최대 그립력을 초과할때까지 다시 증가되며, 그후, 감소되고, 반복된다.

그러나, 이 방법은 단순히 마찰 계수의 최대값(μ_{max})에 대응하는 슬립(G_{max})을 초과하는 것을 포함하지만, 이상적인 상황은 이를 초과하지 않고도 기본적으로 목표 슬립을 근접하는 것이다. 종래에 G_{max} 는 슬립의 최대 가능값을 의미하는 것이 아니라, 실제로는 마찰 계수가 그 가능한 최대값을 가질 때의 특정한 슬립을 의미하였다.

제동 효율은 최대 마찰 계수에 대응하는 슬립 주변의 슬립 변화값들의 정확함에 의존한다. 효율이 언급될 때 본 명세서에서는, 비상 제동 중에 차량을 회전시키는 특정한 성능을 차량 운전자에게 제공하는 ABS 시스템의 주요 장점을 차치하고, 감속량에만 관련한다. 결론적으로, 본 발명에 관해서는, 제동 거리가 짧을수록 제동이 보다 효과적인 것으로 고려된다. 이러한 제동 효율은 제동이 최대 그립의 계수의 레벨에 있지 않는 기간에 의해, 즉, 과도한 슬립의 기간, 및 불충분한 슬립의 기간에 의해 악화된다.

먼저, 그 기능이 상술된 소위 'ABS' 브레이크 시스템은 다양한 타이어에 자동으로 적응되는 장점을 가진다. 이 특징은 최대 마찰 계수에서의 새 타이어의 슬립이 최대 마찰 계수에서의 낡은 타이어의 슬립보다 큰 것처럼, 예를 들어, 최대 마찰 계수에서의 동절기 타이어의 슬립이 최대 마찰 계수에서의 하절기 타이어의 슬립보다 현저히 크기 때문에 중요하다. 불행하게도, 이러한 타입의 자동 제어로 인한 진동은 불쾌하며, 심지어 운전자가 브레이크 페달 상의 압력을 해제하는 영향을 미칠 수도 있다. 이 세대(generation)의 브레이크 시스템은 예를 들어, 이런 시스템의 개선을 설명하고 있는 미국 특허 3,980,346호에 예시되어 있다.

이 시스템은 다양한 타이어에 대해 적용할 수 있다. 이를 위해, 압력이 단계적으로 증가된다. 그후, 차륜의 회전 속도의 진전이 관측되고, 그후, 그로부터, 압력이 증가 또는 감소될 필요가 있는지 추론되며; 이 자동 제어는 '적응형'이지만, 본질적으로 진동을 발생시킨다.

현재, 차량 안정성 제어 시스템은 최대 마찰 계수에 대응하는 것으로 추정된 사전결정된 목표 슬립을 얻도록 제동력을 자동으로 조절한다.

따라서, 이 경우에 차량 브레이크 시스템은 선택된 최적 레벨의 슬립에서 트레드가 기능하도록 제동력을 유지하는 것을 목적으로 한다. 이런 시스템은 차륜 각각의 회전 속도(V_{Tyre})를 연속적으로 측정한다. 특정 알고리즘으로(예를 들어, 미국 특허 5,402,345호 참조), 차량 속도($V_{Vehicle}$)의 추정치가 얻어진다. 따라서, 순간 슬립($G=1-V_{Tyre}/V_{Vehicle}$)의 추정치가 얻어질 수 있다. 이상적으로는, 이 추정된 슬립이 최적 슬립 미만으로 유지되는 한, 제동력은 저하되어야 할 필요가 없거나, 심지어 자동적 제동력 증가(automatic brake boosting)를 위한 기능이 작동되면 자동적으로 증가될 수도 있다(예를 들어, 미국 특허 5,816,666호 참조). 가능한 최대 제동 력이 달성될 때, 브레이크 압력은 최적 슬립(G_{max}), 즉, 최대 마찰 계수(μ_{max})에 대응하는 슬립을 유지하도록 조절된다.

남은 일은 최적 슬립을 결정하는 것이다. 유럽 특허 출원 0503025호에서, 이는 추정된 마찰 계수(μ)와 마찬가지로 추정된 차량 속도의 함수로서 원하는 G 값을 제공하는 기준 곡선으로부터 이루어진다. 마찰 계수(μ)의 추정은 하기와 같이 수행된다. 균질한 지면상에서 직선으로 제동할 때, 지면상의 타이어의 제동력(F_x)은 제동 압력과, 차륜 및 그 브레이크의 구성 변수(construction parameter)로부터 결정된다. 모든 타이어에 의해 인가된 모든 힘(F_x)을 알면 차량의 감속, 따라서 차량의 특성을 고려한 부하의 전달, 즉 각 차륜상의 부하 변화를 계산할 수 있다. 이로부터, 각 타이어에 인가되는 수직 부하(F_z)의 근사치를 추론할 수 있다. 따라서, 마찰 계수($\mu=F_x/F_z$)의 추정치가 얻어진다. 추정 또는 측정에 의해 대응 측방향 힘(F_y)을 아는 경우에, 마찰 계수의 보다 정밀한 추정치가 공식 $\mu = \frac{\sqrt{F_x^2 + F_y^2}}{F_z}$ 에 의해 주어진다. 본 발명에서, 이들 두 추정치는 등가인 것으로 고려된다. 유사하게, 그리고, 본 기술 분야의 숙련자들이 명백히 알고 있는 바와 같이, 본 발명에서, 제동에 대하여 설명된 모든 것은 가속의 경우에도 유효하다. 달리 말하면, 물론 그립력을 수정하기 위한 액츄에이터가 동일하지는 않더라도, 제동력은 그립력에 관한 고려사항에 관하여, 구동력과 등가이다.

또한, 상기 기준 곡선을 참조함으로써, 추정된 슬립(G)에 대한 기준 계수(μ)가 무엇인지가 규정될 수 있다. 현재 추정된 슬립이 목표 슬립보다 미만인 한, 슬립은 슬립값들이 실질적으로 일치할 때까지 증가된다. 이 제 2 시스템의 장점은 제 1 시스템보다 최대 슬립 주변에서 보다 적게 변동한다는 것이다.

불행하게도, 이 기준 곡선은 실험적으로, 따라서, 제한된 수의 타이어에 대하여 미리 결정되며, 이들 사용 조건, 예를 들어, 팽창압, 마모 수준 등을 넘어선 차량 타이어 장비의 실제 상태를 고려하는 것이 불가능하다. 비록 이 자동 제어 원리가 실제로 진동을 제한 또는 소거되게 할 수 있지만, 제동 효율은 보다 손상되게 되며, 그 이유는 실제 사용되는

타이어는 기준 곡선에서 실제 프로그램된 것과 매우 상이한 최대 마찰 계수에서의 슬립을 본질적으로 필요로 하기 때문이다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 목적은 예를 들어, 개략적으로 상술된 제 1 공지된 방법과 같이 자체 적응성이며, 제 2 방법과 같이 능동적으로 즉, 그립 한계를 초과할 필요없이 최적의 슬립에서 보다 적은 진동을 얻고자 하는, 양자 모두의 특성을 가지는, 타이어의 슬립에 적용할 수 있는 자동 제어 원리를 제안함으로써 상술한 단점을 극복하는 것이다.

본 발명의 일 목적은 측정 벤치(bench) 또는 차량에서 취득할 수 있는 가능한 단순한 측정에 의해, 그리고, 가능한 적은 회수의 측정에 의해, 고려 대상인 타이어의 실제 롤링 조건에 따라서, 제동 중의(또는, 구동력 하에서의) 최대 마찰 계 수(μ_{max})와 연계된 슬립을 예측하는 것이다.

본 발명은 후술하는 관찰에 근거하여, 식별되는 불변값(Invariant), 즉, 타이어 및 이 타이어들이 사용되는 지면 양자 모두에 무관한 일정한 값을 가지는 파라미터(변수)가 존재할 수 있게 한다.

일반적으로, 본 발명은 하기에 설명된 특징들을 나타내는 모든 현상에 적용할 수 있는 조절 방법에 대한 것이다. 본 발명은 파라미터 Y의 값을 최적값에서 유지하도록 파라미터 X의 값이 자동적으로 제어되는, 상승, 극값 및 하강을 나타내는 경로에 따른 파라미터 X의 함수로서 파라미터 Y가 변화하는 현상에 대한 자동 제어 방법으로서,

하나 이상의 값의 쌍 'i'를 위한 추정치 또는 측정치(X_i, Y_i)를 결정하는 단계와,

원점을 통과하고, 좌표(X_i, Y_i)를 통과하는 대응하는 직선의 경사(α_i)의 값을 결정하는 단계와,

변화 곡선 $\alpha_i = f(X_i, A_p)$을 모델링하기 위해 (α_i, X_i)를 가지는 충분한 수의 쌍으로부터의 회귀에 의해서, 또는 직접 계산에 의해서 계수(A_p)를 계산하는 단계와,

사전결정된 불변값 'Invt'을 사용함으로써 목표값(X_{max})을 계산하는 단계를 포함하는 자동 제어 방법을 제안한다.

목표값(X_{max})은 직접 계산 또는 회귀의 선택으로부터 얻어지는 모델링 공식을 사용하여 계산된다. 하기의 특히 관심있는 영역은 지면과 도로 주행 차량의 접촉 및 이를 포함하는 부재 또는 시스템에 관한 것이다.

본 발명은 이동시 차량의 타이어에 기능하는 특성 파라미터 Q가 상승, 극값 및 하강을 나타내는 경로에 따른 파라미터 P의 함수로서 변화하며, 상기 파라미터 P의 값은 제어기에 의해 부과되고, 파라미터 Q의 값을 선택된 값으로 유지하기 위해, 타이어에 인가된 토크, 타이어의 조향각, 타이어의 캠버각, 및 타이어에 인가된 수직력을 포함하는 그룹으로부터 선택된 하나 이상의 성분에 작용하는 접지(ground contacting) 시스템으로서,

상기 제어기는 하나 이상의 값의 쌍 'i'를 위한 추정값 또는 측정값(P_i, Q_i)을 결정하는 수단과,

원점을 통과하고, 좌표(P_i, Q_i)를 통과하는 대응하는 직선의 경사(β_i)의 값을 결정하는 수단과,

변화 곡선 $\beta_i = f(P_i, A_p)$을 모델링하기 위해 (β_i, P_i)를 가지는 충분한 수의 쌍으로부터의 회귀에 의해 또는 직접 계산에 의해 계수 A_p를 계산하는 수단과,

사전결정된 불변값 'Invt'을 사용함으로써 목표값 P^{Target}을 계산하는 수단과,

$P^{Instantaneous}$와 P^{Target} 사이의 편차의 절대값이 사전결정된 임계값보다 클 때, '능동' 모드로 변경하는 수단을 포함하는 접지 시스템을 제안한다.

물론, 서보 제어 시스템, 보다 명확히는, 서보 제어를 포함하는 안전 시스템에서 널리 알려져 있는 바와 같이, 본 발명의 사용은 시스템의 제어기가 본원에 기술된 것들 이외의 다른 수단을 포함하는 것, 즉, 예를 들어, 추정 또는 측정값(P_i,Q_i)의 관점에서 특정한 환경에서 바람직한 것으로 추정될 수 있는 다른 전략(strategy)들을 사용하는 것 및/또는 여분(redundancy)을 갖기 위해 목표값(P^{Target})의 계산을 위한 다른 수단을 포함하는 것을 배제하지 않는다.

제어기가 능동 모드로 전환할 때, 이는 경보를 송출하며, 및/또는 파라미터 P의 값을 P^{Target}로 유지하도록 파라미터 P에 작용하며 및/또는 적절한 다른 파라미터에 작용한다.

본 발명의 개념의 제 1 응용은 타이어 또는 지면 테스트에 관한 것이다. 이는 최적 슬립(G^{Opt}), 특히, 최대 마찰 계수(μ_{max})에 대응하는 슬립(G_{max})을 신뢰성있게 추정하기 위해, 최대값으로부터 양호하게 먼 상태로 유지하면서, 슬립(G)의 함수로서 마찰 계수(μ)의 변화의 곡선이 상승하는 영역에서 소수의 측정을 수행함으로써 가능하다.

본 발명은 타이어의 기능을 제어하는 방법으로서,

하나 이상의 값의 쌍 'i'를 위한 추정값 또는 측정값(G_i, μ_i)을 결정하는 단계와,

원점을 통과하고, 좌표(G_i, μ_i)를 통과하는 직선의 대응하는 경사(α_i)의 값 을 결정하는 단계와,

변화 곡선 $\alpha_i = f(G_i, A_p)$을 모델링하기 위해 (α_i, G_i)를 가지는 충분한 수의 쌍으로부터의 회귀에 의해 또는 직접 계산에 의해 계수 A_p를 계산하는 단계를 포함하는 타이어 기능 제어 방법을 제안한다.

본 발명에서, 마찰 계수는 상술한 바와 같이 추정되거나, 물론, 소정의 다른 방식, 예를 들어, 타이어 또는 그 환경에서 수행되는 측정으로부터 추정될 수 있다. 따라서, 슬립에 관한 타이어의 기능의 모델링(상술한 변화 곡선)이 얻어지며, 이는 다양한 응용예를 가질 수 있다. 하기에 사전결정된 최적 레벨에서의 슬립 제어에 관한 양호한, 그러나 비제한적인 응용을 설명하며, 이는 특히, 예를 들어, 타이어의 최적 그립에 대응하는 슬립의 제어에 관련하며, 이미 상술된 바와 같이 타이어에 의해 전달된 종방향 힘이 제동력인 상황 및 타이어에 의해 전달된 종방향 힘이 구동력이 구동력인 상황 양자 모두에 적용될 수 있다.

양호하게, 최적 슬립(G^{Opt})의 추정치는 사전결정된 불변값 'Invt'을 사용함으로써, 선택된 회귀 또는 직접 계산의 선택으로부터 초래되는 공식에 의해 결정된다. 그리고, 이 경우에, 위에 주어진 일반적 표현을 달리 표현함으로써, 직접 계산 또는 회귀의 선택으로부터 초래하는 모델링 공식에 의해 목표값(G^{Opt})이 계산된다.

본 발명은 하기에 설명된 타이어 테스트 방법도 제안한다.

본 발명에서, 그 그립 특성이 다루어지는 트레드는 공압 타이어 또는 비공압 식 탄성 외부 케이싱이나 기타 크로울러 트랙(crawler track)으로 이루어져 있는지 여부는 문제시되지 않는다. 용어 '트레드', '타이어', '외부 케이싱', '탄성 외부 케이싱', '크로울러 트랙' 또는 심지어 '차륜'도 등가체로서 해석될 수 있다.

다른 양호한 응용에서, 본 발명은 측방향 힘의 포화에 근접한 기능 영역의 타이어 또는 탄성 외부 케이싱에 의해 발생되는 측방향 힘의 분석에 관련한다.

또한, 본 발명은 측방향 힘(또한, '드리프트 추력'이라고도 지칭됨)이 최대인 타이어의 측방향 슬립각(δ)(또한, '드리프트 각도'이라고도 지칭됨)의 값을 예측하는 것을 목적으로 하는 방법을 제안한다. 타이어의 기능을 드리프트 추력(F^{Target})의 사전결정된 목표값으로 유지하거나 또는 운전자에게 경고하기 위해, 언제 타이어가 그 최대값에 도달하여 차량을 선회할 수 있게 하는 그 주요한 기능을 더 이상 수행할 수 없게 되는지가 관심사이다. 타이어의 기능을 사전결정된 목표값으로 유지하기 위하여, 필요시, 자동으로 차속을 감소시켜 위험한 주행 상황(차량이 운전자의 희망에 따라 선회되지 않는 경우, 사고가 일어날 수 있음)을 회피하기 위해 예방 작용이 취해질 수 있다. 본 발명에 의해 제안되는, 측방향 힘이 최대가 되는 타이어의 드리프트 각도(δ)의 값을 예측하는 단계를 포함하는 타이어의 기능을 제어하는 방법은:

하나 이상의 값의 쌍 'i'를 위한 추정값(δ_i, F_i)을 결정하는 단계와,

원점을 통과하고, 좌표(δ_i, F_i)를 통과하는 직선의 대응하는 경사(α_i)의 값을 결정하는 단계와,

변화 곡선 $\alpha_i = f(\delta_i, A_p)$을 모델링하기 위해 ($\alpha_i$, δ_i)를 가지는 충분한 수의 쌍으로부터의 회귀에 의해 또는 직접 계산에 의해 계수 A_p를 계산하는 단계를 포함한다.

따라서, 드리프트에 관한 타이어의 기능의 모델링(상술한 변화 곡선)이 얻어지며, 이는 다양한 응용예를 가질 수 있다. 이하, 타이어의 드리프트 추력 포텐셜을 적절히 활용하기 위한 드리프트 각도의 제어에 관련한 바람직하지만 비제한적인 응용예를 설명한다. 이 경우에, 본 방법은:

사전결정된 불변값 'Invt'을 사용함으로써 상기 드리프트 각도의 값(δ^{Opt})을 계산하는 단계와,

상기 드리프트 각도(δ)가 δ^{Opt}에 접근할 때 경보 신호를 생성하는 단계를 추가로 포함한다.

타이어 테스트를 위한 방법 이외에, 본 발명은 차량의 안정성을 제어하기 위한 시스템에도 관련한다. 이는 'ABS'라는 용어로 널리 알려진 브레이크가 적용될 때, 차륜의 로킹을 회피하는 것을 목표로 하는 기능이나, 물리적으로 가능한 한계까지 제동력을 자동으로 증가시키는 것을 목적으로 하는 기능 양자 모두를 의미하며, 또한, 소정의 액추에이터 또는 조향 차륜의 조향에 자동으로 작용함으로써, 및/또는 일 차륜의 브레이크에 선택적으로 및 자동으로 작용하여 차량의 거동에 영향을 줄 수 있어, 차량을 안정한 경로 상으로 유지하는 것을 목적으로 하는 차량의 안정성을 제어하기 위한 보다 정교한 형태의 시스템을 의미한다.

본 발명을 첨부 도면을 참조로 하기에 보다 상세히 설명한다.

발명의 구성 및 작용

본 발명은 하기의 관찰에 기초한다.

도 4는 2바아의 팽창압에서 다양한 지면상에서 테스트된 동일한 MICHELIN XH1 195/65-15 타이어에 대한 슬립의 함수인 마찰 계수(μ)의 다양한 곡선을 도시한다. 도 5는 서로 다른 타이어, 서로 다른 지면 및 속도, 타이어 부하 등에 관한 서로 다른 테스트 조건에 대응하는 매우 많은 수의 테스트에 대한 마찰 계수(μ_{max})와 대응 슬립의 위치를 도시한다. 값들이 광범위하게 분산되어 있기 때문에, 실체가 없지는 않더라도, 이런 접근법을 사용하여 그립의 물리적 현상을 정확히 파악하는 것을 가능하게 하는 회귀값을 발견하는 것이 어렵다는 것을 알 수 있다.

따라서, 본 출원인은 후술하는 방식으로 연구를 실행하였다. $G=G_{max}$ 및 $G=G_{max}/2$('50%'로도 표시; 도 6 참조)에 대하여 계산된 비율(μ/G)의 분석이 수행되었다.

도 7은 약 400회의 테스트, 즉, 평균값을 결정하기 이전에 총 3000번 측정에 대하여 비율 $\mu/G_{at\ 50\%\ of\ max}$ 의 함수로서 비율 μ_{max}/G_{max} 의 값을 도시한다. 도 7은 다수의 지면 조건 및 서로 다른 타이어들과, 그 자체가 가변적인 테스트 조건(부하, 속도, 압력)들을 반영한다. 상술한 불변값 'Ivnt'가 실험적으로 우수하게 입증될 수 있음을 보인다.

고려 대상 타이어 및 테스트 조건이 어떻든 하기의 수학식과 같다는 것이 발견되었다.

수학식 1

$$\frac{\frac{\mu}{G}(G=G_{max})}{\frac{\mu}{G}(G=G_{max}/2)} \approx 0.58$$

상기 비율은 이하 'Invt'로 표현되는 불변값이다.

다음에, 곡선 μ(G)의 평균 기울기(도 8 참조)가 고려되었다. 이 경사를 α라 지칭한다. 이는 $\mu=\alpha \cdot G$를 갖는다.

이 경사는 G와 함께 선형적으로 변화하는 것으로 추정된다(이는 적어도 곡선의 첫 번째 부분에서 양호한 근사값이다). 따라서, 직선 α(G) 의 수학식을 계산하는 것이 가능하다(선형 변화 가정, 도 9참조) :

수학식 2

$$\alpha = a \cdot G + b$$

이 수학식 및 앞부분에서 설명한 불변값 'Invt'에 의해, 이를 하기와 같이 기재하는 것이 가능하다:

$$a \cdot G_{max} + b = Invt \cdot \left(a \cdot \frac{G_{max}}{2} + b \right)$$

따라서, 이로부터 G_{max} 가 유도되며, 이는 차량 브레이크 시스템 제어기가 얻 고자 하는 목표이며, 이는 본 발명에 따라, 하기와 같다:

$$G_{max} = -\frac{b}{a} \cdot \frac{1-Invt}{1-\frac{Invt}{2}}$$

G_{max} (보다 정확하게는 마찰 계수 μ_{max} 에서 트레드가 기능할 때의 유효 슬립)를 계산할 수 있게 하는 원리는 타이어 타입, 그 마모 또는 사용수명(ageing) 정도 및 타이어 사용 조건에 무관하게 목표값(G)을 결정할 수 있게 한다.

상기 관찰이 슬립의 함수로서의 마찰계수의 변화의 곡선에 기초하기 때문에, 이들은 유사한 특성 곡선을 갖는 한, 다른 파라미터의 함수인 일 파라미터의 변화에 관한 모든 현상에 대해 유효하다. 따라서, 본 발명은 Y(X)의 곡선이 도 10에 도시된 경로를 가지도록 하는 파라미터 Y가 존재할 때, 또는 전이(translation), 동조(homothetic) 변환과 같은 단순한 변환, 반전(reversal) 및 이들 동일 변환의 임의의 조합(전이 및 도 10의 것과 같은 곡선의 동일 경로로의 복귀 이전에 수행되는 반전의 조합을 예시하는 도 11 참조) 이후에 이런 곡선을 가지는 임의의 변화 현상에 대하여 파라미터 X에 대해 유효한 자동 제어 절차를 제공한다.

또한, 비록 상기 수학식 2에서 슬립(G)의 함수로서 마찰 계수(μ)의 변화의 전개(evolution)를 선형 회귀가 매우 정확하게 모델링할 수 있음을 나타내지만, 제안된 절차의 정밀도는 가장 적합한 타입의 회귀로 현명한 선택이 이루어지는 경우에 향상된다는 것이 발견되었다. 따라서, 적절한 타입의 회귀의 선택이 본 발명에 포함되며, 이는 하기에 설명된 바와 같은 조절 절차를 일반적으로 제안한다.

따라서, 본 발명은 하기의 특성을 가지는 임의의 물리적 현상에 적용할 수 있다.

- 측정 또는 추정된 제어 파라미터 X

- 하기의 형태의 주어진 환경에 대하여 X의 값에 의존하는 측정 또는 추정된 파라미터 Y : 최대값 Y_{max} 의 존재; Y_{max} 보다 훨씬 작으며 적은 Y(0)(Y(0)와 Y_{max} 간은 적어도 계수 10만큼 분리되어야 함); X_{max} 까지 연속적으로 증가하는 Y(X).

목적은 낮은 X에 대하여 시작하는 프로세스 Y(X)에 대하여 가능한 빨리 Y의 값을 최대화하는 것이다. 강인성(robust) 알고리즘이 본원에 제안되며, 이는 특히, 실체 측정(또는 추정) 상황(일반적으로 입력 X와 출력 Y에서의 노이즈에 의해 영향을 받음)에서 최대값의 사전 지식(priori)없이 그리고 최대값을 초과할 필요없이 최대값을 얻을 수 있게 한다. 이 방법은 Y의 절대값을 필요로 하지 않는다.

하기의 관찰을 사용한다:

최대값(X_{max} 에서)에서의 시컨트(secant)와, $X=X_{max}/2$에서의 시컨트 사이에 하기의 관계가 존재한다. 전형적인 관계는 일정 비율(불변값)이다. 이 불변값은 특정 현상에 대하여 본 방법을 각각 적용할 때 결정되어야 한다.

실용적인, 비제한적 불변값 결정 방법은 하기와 같다:

$$Invt = \frac{\frac{Y}{X}(X_{max})}{\frac{Y}{X}(p.X_{max})}$$

여기서, p의 값은 항상 양이고 1 미만이다. 유리하게는, p의 값은 0.25 내지 0.75 이다. p의 값이 낮을수록, 본 발명의 방법의 정밀도는 낮아지지만, 반면에 자 동 제어의 반응성은 커진다. 반대로, p의 값이 커지면, 정밀도는 커지지만, 반응성은 낮아지며, 그 이유는 최종 취득값이 최대값에 너무 근접하기 때문이다. 이는 적합한 p의 값이 0.5인 이유이다.

$0<Invt\leq 1$이 항상 성립한다. 고려 대상인 물리적 현상에서 고유한 불변값으로서 상술한 양 'Invt'은 실제로는, 특정 분야에 대해 적용하기 위해 특정 시스템의 개선시 조정 변수(adjustment variable)를 제공함으로써 미세하게 알고리즘이 조절될 수 있게 하는 자유도가 된다.

일반적으로, 첫 번째 근사치로서 하기의 것이 고려된다:

$$Invt = \frac{\frac{Y}{X}(X_{max})}{\frac{Y}{X}(\frac{X_{max}}{2})} [Eq]$$

X의 함수로서의 시컨트의 편차는 간단한 보간 곡선(일반적으로, 선형 또는 지수적이나, 또는 멱급수(power))에 의해 조정될 수 있다. 이 조정은 실시간으로 수행될 수 있다. 이때, 최대값에 도달하기 전에 최대값(X_{max})의 위치를 이로부터 유도할 수 있다(외삽법).

X의 함수인 시컨트의 관계에 대해 다른 타입의 회귀도 사용될 수 있으며, 이 경우에, X_{max}의 분석적 또는 근사화 공식을 얻기 위해 대응 시스템(최대값에서의 시컨트의 값을 절반값에 링크시키는 수학식 : [Eq])을 푸는 것이 바람직하다. Y의 축척 오차(scale error)(예를 들어, Y는 계통적으로 50%만큼 과추정(overestimate)됨)는 X_{max}의 예측값을 변화시키지 않으며, 이는 저 감도에서 매우 양호한 축척 효과 를 제공한다.

본 발명은 가용한 모든 관련 정보를 사용하여 최대값을 향해 '상승'하는 동안에 곡선이 따라갈 때 '측정'에 의해 최대값을 유도하기 위해 물리적 곡선의 불변값에 의존한다.

도 1은 하기와 같은 주 단계를 포함하는 제안된 알고리즘을 예시한다:

1. 실제 실현성에 따라 측정 또는 추정에 의해 지점(X_i, Y_i)들을 취득함. 둘 이상의 지점을 취득하는 것이 적합하다. 이는 X_i가 실질적으로 0이 아니고, 연계하기에 너무 낮은 값들을 제거하기 위해 여기서 최소 임계값이 부여될 수 있다.

2. 이전 값을 사용한 시컨트의 계산. 시컨트의 값은 $\alpha_i = Y_i/X_i$의 직접 계산, 또는 적절한 회귀 예를 들어, 노이즈를 제거하기 위해 i 이하의 모든 하첨자(subscript) 지점을 고려하여, 선형 회귀:

$\sum_{XX} = \sum X_j^2$, $\sum_{XY} = \sum X_j \cdot Y_j$, $\alpha_i = \frac{\sum_{XY}}{\sum_{XX}}$ 를 수행함으로써 구해진다. 이는 선형 회귀가 본질적으로 각 개별 지점의 측정 노이즈에 보다 덜 민감하기 때문이며, 충분한 수의 지점이 고려되는 경우에(비교: 기본 통계학적 특성), 교란이 '상쇄(cancel each other out)'하는 경향이 있다. 이 접근법은 과거와는 달리 (노이즈 때문에 부정확한) 관심있는 개별적인 값이 아니라, 복수의 값에서 얻어지는 경향이기 때문에 특히 유리하다. 따라서, 쌍(α_i, X_i)이 얻어진다.

3. (α_i, X_i)를 사용한 회귀의 계산, 회귀는 일반적으로 5 지점인, 충분한 수 'n'개의 측정된 또는 추정된 지점으로부터 계산된다(이는 노이즈 레벨에 따라, 그리고, 관련 물리적 현상에 따라 개량되어야만 함).

- 선형 회귀의 경우 :

$$A^{Lin} = \frac{n \cdot \sum X \cdot \alpha - \sum X \cdot \sum \alpha}{n \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2}, \quad B^{Lin} = \frac{\sum \alpha \cdot \sum X^2 - \sum X \cdot \alpha \cdot \sum X}{n \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

- 지수 회귀의 경우 :

$$A^{Exp} = \frac{n \cdot \sum X \cdot Ln(\alpha) - \sum X \cdot \sum Ln(\alpha)}{n \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2},$$

$$B^{Exp} = \frac{\sum Ln(\alpha) \cdot \sum X^2 - \sum X \cdot Ln(\alpha) \cdot \sum X}{n \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

따라서, 가장 적합한 회귀에 의해 A 및 B가 얻어진다. 언급된 것들 이외의 다른 회귀가 사용될 수 있으며, 고려되는 다양한 회귀는 선택된 회귀의 계수를 구할 수 있는 당업자들에게 널리 알려져 있다.

4. 그후 X_{max}의 추정값이 계산된다 :

- 선형 회귀의 경우에 하기와 같이 얻어진다:

$$X_{max} = -\frac{B^{Lin}}{A^{Lin}} \cdot \frac{1 - Invt}{1 - p \cdot Invt}$$

여기서, $\alpha = A^{Lin} \cdot X + B^{Lin}$ 이다.

- 지수 회귀의 경우에 하기와 같이 얻어진다:

$$X_{max}=\frac{Ln(Invt)}{p\cdot A^{Exp}}$$

여기서, α는 $e^{A^{Exp}\cdot X+B^{Exp}}$ 이다.

5. X_{max} 가 알려졌을 때, 본 방법의 특정 용도에 따라, 가장 적합한 파라미터가 작용된다. 예를 들어, 파라미터 X의 값은 그 값을 X_{max} 에서 유지하도록 자동으로 제어된다.

6. 또한, 비록 항상 유용하지는 않지만, Y_{max} 의 추정값을 계산하는 것까지 진행할 수 있다.

- 선형 회귀의 경우에, 추가로, Y_{max} 는 하기와 같이 결정되며, 여기서, Y^{coeff_lin} 은 경험적으로 조절된 계수이다 :

$Y_{max} = Y^{Coeff\_lin} \cdot X_{max} \cdot (A^{Lin} \cdot X_{max} + B^{Lin})$

- 지수 회귀의 경우에, 추가로, Y_{max} 는 하기와 같이 결정되며, 여기서, Y^{coeff_Exp} 은 경험적으로 조절된 계수이다 :

$$Y_{max}=Y^{Coeff\_exp}\cdot X_{max}\cdot e^{A^{Exp}\cdot X_{max}+B^{Exp}}$$

Y_{max} 의 계산의 예 :

선형 : $Y_{max} = \frac{X_{max}}{0.75} \cdot X_{max} \cdot (A^{Lin} \cdot X_{max} + B^{Lin})$

지수 : $Y_{max}=\frac{X_{max}}{1.19}\cdot e^{A^{Exp}\cdot X_{max}+B^{Exp}}$

최대값 주변의 곡률이 시컨트의 근사화를 위해 고려되는 타입의 함수에 정확 히 대응하지 않기 때문에, Y_{max} 의 예측값에 대한 작은 보정이 이루어지는 것이 유용할 수 있다. 보정 계수(선형의 경우에 1/0.75 = Y^{coeff_lin}, 지수의 경우에 1/1.19 = Y^{coeff_Exp})는 본 발명의 용도에 따라서 경우에 따라 실험적으로 조정된다.

본 발명의 일부 가능한 응용예가 이제 보다 상세히 검토되며, 나머지 설명 부분은 제한적이지도 않고, 모든 것을 다 설명하는 것도 아니다.

<u>실시예 1 : 특정 마찰 계수, 예를 들어, 최대 마찰 계수(μ_{max})에서의 타이어의 기능의 자동 유지</u>

종방향 그립 : μ(G)에 관한 응용예로 돌아간다. 이 경우에, 본 명세서의 서두에 이미 설명한 바와 같이, Y는 타이어의 마찰 계수(μ), 즉, 예를 들어, 타이어에 인가된 부하인 인가된 수직방향 힘으로 나누어지는 종방향 힘, 예를 들어, 구동력 또는 제동력의 비율이고, X는 타이어의 슬립율(G)이다(타이어의 속도와 차량의 속도 사이에 어떠한 슬립도 존재하지 않는 경우, 즉, 타이어가 자유롭게 구르는 경우에 G=0%이고, 타이어가 회전이 로킹된 경우에, G=100%이다). 통상적으로, 환경(지면의 특성(아스팔트, 콘크리트), 건조 또는 함습(수분 레벨), 온도 및 타이어의 마모 수준)에 의존하여, 슬립(G)의 함수로서의 μ의 값은 매우 크게 변화한다(μ는 얼음상에서 약 0.15이고, 건조한 지면상에서 약 1.2이다). 부하 및 속도 조건에서 측정된 새로운 XH1 195/65R15에 대한 슬립 G의 함수로서의 μ의 몇몇 곡선을 도시하는 도 4를 참조한다.

본 발명에 의해 제안된 타이어의 기능을 제어하는 방법은 차량에의 적용 또는 측정에 무관하게, 특히, 사전결정된 최적값(G^{Opt})에서 유지되도록 슬립(G)의 자동 제어를 가능하게 한다. 상기 사전결정된 슬립(G^{Opt})은 특히, 그리고 비제한적 방식으로, 마찰 계수의 사전결정된 값이 값(μ_{max})에 실질적으로 대응하도록 선택된다. 이 경우에, 이 특정 최적값을 G_{max} 라 지칭하는 것이 일반적이다.

지면에 의존하여 이 타이어를 위한 최대값의 위치가 변화한다는 것을 발견하였다. 부가적으로, 때때로, 어떠한 일관성도 존재하지 않는다. 얻어진 동일한 최대 레벨에 대하여, 두 개의 대응 슬립을 갖는 것이 가능하다. 그럼에도 불구하고, 이들 곡선에 의해 공유된 불변값 'Invt'이 존재한다.

슬립의 함수로서 마찰 계수를 분석하는 경우에 대해 불변값을 결정하기 위한 수학식을 적용함으로써, 불변값은 특히 하기와 같이 계산된다:

$$Invt=\frac{\frac{\mu}{G}(G_{max})}{\frac{\mu}{G}(p.G_{max})}$$

여기서, p는 1 미만의 양의 값을 가진다.

상술한 바와 같이, p가 관련되는 한 그 값은 0.25 내지 0.75 인 것이 적합하며, 예를 들어, 이는 0.5이고, 독자는 p의 값의 선택의 결과에 관하여 상기 일반적 표현을 참조하여야 한다.

따라서, 하기의 수학식이 얻어진다.

$$\frac{\frac{\mu}{G}G=G_{max}}{\frac{\mu}{G}G=G_{max}/2}\approx 0.58$$

불변값 'Invt'은 예를 들어 마찰 계수(μ_{max})인 다른 파라미터 Y의 최대값에 대응하는 파라미터 X, 예를 들어, 슬립(G)의 제 1 값과, 예를 들어, 상술한 슬립의 50%인 제 1 값의 50%에 대응하는 제 2 값에서 데이터를 처리함으로써 도입되었다. 50%에서의 처리의 선택은 임의적이며, 처리가 마찰 계수(μ_{max})의 25%나 75%에서 수행되는 경우에도 불변값이 얻어질 수 있다. 따라서, 이 선택은 각 특정 응용예에 특수한 실험 단계 부분이다.

그후, 경사(α_i)를 결정하는 것이 적합하다. 이는 $\alpha_i = \mu_i / G_i$ 의 직접 계산에 의해서 이루어지거나, 적절한 회귀, 예를 들어, 하기의 선형 회귀가 사용되어 이루어진다.

$$\sum_{GG}=\sum G_j^2,\quad \sum_{G\mu}=\sum G_j\cdot\mu_j,\quad \alpha_i=\frac{\sum_{G\mu}}{\sum_{GG}}$$

또는, 두 개의 특정 계수 A_p, A 및 B가, 'n'개의 측정 또는 추정점에 적용되는 하기의 선형 회귀에 의해 계산된다 :

$$A^{Lin}=\frac{n\cdot\sum G\cdot\alpha-\sum G\cdot\sum\alpha}{n\cdot\sum G^2-(\sum G)^2},\quad B^{Lin}=\frac{\sum\alpha\cdot\sum G^2-\sum G\cdot\alpha\cdot\sum G}{n\cdot\sum G^2-(\sum G)^2}$$

다음에, 선형 회귀가 사용되어 G^{Opt} 가 하기와 같이 계산된다.

$$G^{Opt}=-\frac{B^{Lin}}{A^{Lin}}\cdot\frac{1-Invt}{1-p\cdot Invt}$$

여기서, $\alpha = A^{Lin}\cdot G + B^{Lin}$ 이다.

필요시, 하기와 같이 G^{Opt} 에 대응하는 μ의 값의 결정까지 수행하는 것이 가능하며, 여기서, μ^{coeff_lin} 는 실험적으로 조정된 계수이다 :

$$\mu = \mu^{Coeff\_lin}\cdot G^{Opt}\cdot(A^{Lin}\cdot G^{Opt}+B^{Lin})$$

시컨트에 대한 선형 접근법으로 결정된 하기의 표 1은 2바아의 팽창 압력에서 다양한 지면상에서 테스트된 동일한 MICHELIN XH1 195/65-15 타이어에 대한 실제 측정값으로부터의 최대 슬립의 계산을 예시한다.

[표 1]

# 지면	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
실제 G^{max}	10%	11%	11%	13%	13%	13%	12%	13%	9%	9%	15%	15%
실제 μ^{max}	0.41	0.78	0.79	1.06	1.05	0.75	0.72	0.48	0.49	0.48	1.17	1.13
측정 A^{Lin}	-64	-109	-105	-108	-110	-76	-77	-60	-81	-127	-97	-88
측정 B^{Lin}	11	19	18	22	22	15	15	11	13	16	22	20
예측 G_{max}	10%	11%	11%	12%	12%	13%	12%	12%	10%	8%	14%	14%
예측 μ_{max}	0.41	0.75	0.76	1.03	1.03	0.73	0.71	0.48	0.48	0.48	1.16	1.12

또는, 두 개의 특정 계수 A_p, A 및 B가 하기의 지수 회귀에 의해 계산된다.

$$A^{Exp} = \frac{n \cdot \sum G \cdot Ln(\alpha) - \sum G \cdot \sum Ln(\alpha)}{n \cdot \sum G^2 - (\sum G)^2},$$

$$B^{Exp} = \frac{\sum Ln(\alpha) \cdot \sum G^2 - \sum G \cdot Ln(\alpha) \cdot \sum G}{n \cdot \sum G^2 - (\sum G)^2}$$

다음에, 지수 회귀가 사용되는 경우에, G^{Opt} 는 하기와 같이 계산된다.

$$G^{Opt} = \frac{Ln(Invt)}{p \cdot A^{Exp}}$$

여기서, α는 $e^{A^{Exp} \cdot G + B^{Exp}}$.

필요시, 하기와 같이 μ_{max} 의 결정까지 수행하는 것이 가능하며, 여기서, μ_{coeff_lin} 은 실험적으로 조정된 계수이다.

$$\mu_{max} = \mu^{Coeff\_exp} \cdot G^{Opt} \cdot e^{A^{Exp} \cdot G^{Opt} + B^{Exp}}$$

본 원리는 임의의 타입의 타이어 및 임의의 타입의 지면에 대한 최대값을 결정하기 위해 적용될 수 있으며, 이는 산업적 타이어 테스트를 위해 매우 유리하다는 것이 증명된다.

제안된 방법은 자체 적응형이며, 매우 강인하고, 그 이유는 단지 마찰 계수의 변화만이 다루어지고 그 절대값은 다루어지지 않기 때문이다. 노이즈에 대한 민감성도 매우 낮은 것으로 발견되었다.

그 슬립의 함수로서의 타이어의 종방향 그립에 적용된 상기 방법의 고유한 특징은 타이어 테스트를 수행하기 위해, 그리고, 시뮬레이션을 구성하기 위해 특히 적합하다는 것을 의미한다. 특히, 자동차 브레이크 시스템의 타이어의 그립을 모델링하는데 가장 적합하다.

타이어 산업에서, 본 발명은 타이어의 테스트 또는 측정에 적용될 수 있다. 따라서, 본 발명의 일 양태는 슬립에 관하여 타이어를 테스트하기 위한 방법이며, 이는

선택된 지면(이는 도로, 테스트 트랙; 평탄한 트랙을 구비하거나 차륜을 포함하는 테스트 장치일 수 있다)상에서 타이어가 구르게 하는 단계와,

상기 타이어에 사전결정된 부하(F_{z1})를 인가하는 단계와,

타이어가 그립 한계 미만으로 유지되도록 상기 타이어에 사전결정된 슬립(타 이어와 지면 간의 상대속도에 작용)을 인가하는 단계와,

상기 타이어의 종방향 응력(F_{x1})을 측정 또는 추정하는 단계와,

마찰 계수의 값($\mu_1 = F_{x1}/F_{z1}$)을 계산하는 단계와,

하나 이상의 다른 쌍 'i'의 응력(F_{xl}/F_{zl})에 대하여 마찰 계수(μ_i)의 하나 이상의 다른 값 'i'을 계산하기 위해 이전 단계를 반복하고, 연계된 슬립(G_i)을 측정하는 단계와,

마찰계수의 계산된 값 각각에 대하여 원점을 통과하고, 좌표(G_i, μ_l)를 통과하는 직선의 경사(α_i)를 결정하는 단계와,

변화 곡선 $\alpha_i = f(G_i, A_p)$을 모델링하기 위해 (α_i, G_i)를 가지는 충분한 수의 쌍으로부터의 적절한 회귀에 의해 또는 직접 계산에 의해 계수 A_p를 계산하는 단계와,

사전결정된 불변값 'Invt'을 사용함으로써 사전결정된 마찰 계수값(G^{Opt})이 얻어질 수 있게 하는 최적 슬립을 계산하는 단계를 포함한다.

물론, 독자는 불변값이 테스트 방법을 실험적으로 개선함으로써 선택될 수 있다는 것을 인지할 것이다. 예를 들어, 개선 중에 불변값의 제 1 값을 선택하기 위하여, 하기와 같이 불변값을 결정하는 것이 유리하다:1

$$Invt = \frac{\frac{\mu}{G}(G_{max})}{\frac{\mu}{G}(p.G_{max})}$$

여기서, p는 1 미만의 양의 값을 가진다.

상술한 것과 유사한 방식으로, 두 개의 계수 A_p, 즉, A 및 B가 선형 회귀와 지수 회귀로 구성되는 그룹으로부터 선택된 회귀에 의해 계산될 수 있다.

다시 한번, p의 값으로서, 0.25 내지 0.75 의 값, 일반적으로 0.5가 적용될 수 있다.

실시예 2 : 제동 또는 구동력 하의 최적 슬립의 결정

차량 브레이크 시스템이 효과적이지만, 그러나, 제조업자들에 의해 선택된 한정된 수의 타이어에 대하여 최적화되어 있으며, 차량에 실제 장착되는 타이어에 적합하지 않다는 것은 공지되어 있다. 특히, 이는 특히, 주어진 지면 상의 힘(F_X)에서 슬립과 그립이 본질적으로 상이하게 거동하는 것으로 알려져 있는 동절기 타이어에 적합하지 않다. 결론적으로, 차량에 실제 사용된 타이어에 자동으로 적응하는 경우에, 차량 브레이크 시스템의 효율은 향상될 수 있다.

따라서, 본 발명은 지면상에서 구르도록 의도된 타이어에 슬립을 부여하기 위한 수단과, 상기 슬립을 조절하기 위한 수단(차륜의 속도에 작용)을 포함하고, 적어도 사전결정된 마찰 계수값(μ)에 대응하는 파라미터 슬립(G^{Opt})을 사용하는 제어기를 포함하는 차량의 안정성을 제어하기 위한 시스템으로 확장되며, 상기 제어 기는 상기 파라미터(들)를 하기와 같이 계산하기 위한 수단을 포함한다 :

-그립의 손실이 없는 조건에서 슬립(G_i)의 둘 이상의 서로 다른 레벨 'i'에 대하여 타이어에 슬립을 부여하기 위한 수단의 각 동작시, 마찰 계수의 값(μ_i)을 결정,

-원점 및 좌표(G_i, μ_i)를 통과하는 직선의 경사(α_i)를 결정,

-변화 곡선 $\alpha_i = f(G_i, A_p)$을 모델링하기 위해 (α_i, G_i)를 가지는 충분한 수의 쌍으로부터의 적절한 회귀, 특히, 선형 회귀와 지수 회귀로 구성되는 그룹으로부터 선택된 회귀에 의해 또는 직접 계산에 의해 계수 A_p를 계산,

-사전결정된 불변값 'Ivnt'을 사용함으로써 최적 슬립(G^{Opt})을 계산,

-그 최적값(G^{Opt})으로 슬립을 유지하도록 타이어에 종방향 힘을 부여하는 수단에 작용.

물론, 현재 일반적인 디자인의 내연 기관을 가지는 차량의 경우에, 타이어에 슬립을 부여하기 위한 수단은 실질적으로 제동 상황에서 브레이크이며, 실질적으로 구동력 하에서 엔진 관리 시스템이다. 당업자는 예를 들어 전기 차량 같은 다른 차량 디자인에 본 발명을 적응시키는데 어떠한 난점도 없을 것이다.

여기서, 다시, 이미 언급한 특징을 강조한다 : 본원에서 설명하는 바와 같은 본 발명은 본원에 기술된 수단에 부가하여 다른 슬립 제어 전략을 구현하는 다른 프로그램이 탑재된 시스템 제어기를 배제하는 것은 아니며, 이는 특정 상황, 예를 들어, 타이어에 슬립을 부여하기 위한 수단의 임의의 특정 작동시 (G_i, μ_i)의 추정 또는 측정된 값의 관점에서 보다 바람직할 수 있다.

불변값을 결정하기 위한 특히 양호한 접근법은 하기와 같다:

$$Invt = \frac{\frac{\mu}{G}(G_{max})}{\frac{\mu}{G}(p.G_{max})}$$

보다 상세하게는, 역시 p는 0.25와 0.75 사이의 값을 가지며, 통상적으로 0.5이다.

본 발명의 특정 실시예에서, 슬립을 조절하기 위한 장치는 브레이크 제어에 작용한다. 본 발명의 다른 실시예에서, 슬립을 조절하기 위한 장치는 차륜에서의 구동 토크에 작용한다.

이는 상술한 불변값 'Invt'에 기초하여 마찰 계수(μ_{max})의 위치가 결정되게 할 수 있는 특히, 차량 브레이크 시스템에 유용한 새로운 알고리즘을 생성하기 위해서 제안된다. 다시 언급하면, 이런 시스템은 마찰 계수(μ_{max})의 추정을 수행하고, 그후, 기준 곡선에 의해 최적 슬립을 선택한다. 이들 단계를 다음과 같이 교체하는 것이 제안된다.

본 원리의 구현은 ABS 제어기를 약간 수정할 것을 필요로 한다.

- 계산 주파수는 40Hz 이상이 되는 것이 적합하다.

- 목표의 계산이 신뢰성있어지도록 충분히 많은 수의 지점을 취득하기 위한 시간을 갖도록 ABS의 트리거링(triggering)이 조절되는 것이 적합하다(대표적).

- (예를 들어, 1% 미만의 슬립에 대응하는) 너무 낮은 슬립에서의 측정점을 제거하는 것이 유리하다.

- 슬립(G)의 매우 양호한 정밀도를 획득하기 위해서, 휠 속도 데이터 처리를 통하지 않고 특정 수단으로 차량의 속도를 취득하는 것이 유리하다(GPS, 지상 관측, …).

위에 제안된 새로운 알고리즘으로, 차량 브레이크 시스템의 효율은 차량에 실제 사용가능한 타이어의 전체 범위에 걸쳐 매우 양호하게 된다.

개발된 새로운 알고리즘은 시스템이 사전 지식, 어떠한 부가적인 센서나 타이어의 트레드의 어떠한 측정도 필요로 하지 않고 자동으로 임의의 타이어에 적응할 수 있게 한다. 또한, 이 알고리즘은 주어진 차량을 위해 선택된 타입의 타이어에 대한 미세 조정에 대한 필요성을 제거한다.

상술한 바와 같이, 본 방법은 측정된 값 뿐만 아니라, 추정된 값으로도 결과를 획득할 수 있게 한다. 실제(그리고, 추정되지 않은) 힘(F_x, F_y, F_z)에 대한 정보는 보다 정확한 목표를 갖는 것 및/또는 적합한 점검을 수행하는 것을 가능하게 하며, 따라서, 차량 브레이크 시스템의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

실시예 3 : 드리프트, 발생된 측방향 힘(F_y)(드리프트 추력이라고도 지칭함)에 관한 타이어의 기능의 분석

하기에 다른 응용예가 설명된다. 이는 타이어의 드리프트 각도(δ)(지면 상의 타이어의 벡터 속도와 차륜의 평면의 지면 상으로의 투영 사이의 각도)의 함수 로서 측방향 힘(F_y)을 특징화하는 것을 수반한다. 최적 드리프트 각도(δ^{Opt}), 예를 들어, 타이어가 최대 측방향 힘(F_{ymax})을 발생시킬 때의 드리프트 각도는 미리 결정될 수 있고, 측방향 힘(F_{ymax})도 미리 결정될 수 있다. 최대 측방향 힘은 예를 들어 코너링 중의 차량의 평형에 대해 중요하다. 이는 이 기능 설정(functioning configuration)의 타이어 테스트들이 본 발명의 양호한 응용예가 되는지에 대한 이유이다. 이 경우에, 예를 들어, 본 발명은 측방향 힘이 최대인 경우의 타이어의 드리프트 각도(δ)의 값을 예측하고 드리프트 각도(δ)가 δ^{Opt} 에 근접할 때 경보 신호를 발생하게 하는 단계를 포함하는 타이어의 기능을 제어하는 방법, 또는 드리프트 각도(δ)가 이를 δ^{Opt} 로 유지하도록 자동으로 제어되는 방법이나, 또는 경보 신호의 발생시 드리프트 각도(δ)가 감

소되는 기타 방법을 실시할 수 있게 한다.

측방향 힘(F_y) 및 드리프트(δ) 사이의 관계는 이전 부분에서의 μ 및 G에 대해서와 동일한 유형으로 이루어진다. 결론적으로, 예를 들어, 하기와 같이 불변값을 결정하는 것이 가능하다:

$$Invt = \frac{\frac{F}{\delta}(\delta^{Opt})}{\frac{F}{\delta}(p.\delta^{Opt})}$$

p가 관하여, 상술한 바와 같이, 그 값은 0.25 내지 0.75, 예를 들어, 이는 0.5인 것이 적합하며, p의 값의 선택의 결과에 관하여서는 상술한 일반적 표현을 참조하기 바란다. 이 정확한 경우에, 크기 'Invt'는 현저히 높다. 시컨트의 결정과 간섭하는 너무 낮은 드리프트의 값을 회피하기 위해서, 2 ° 의 최소 드리프트 각도 임계값을 유지하면서, 0.8이 얻어졌다.

도 3은 드리프트 각도에 관한 드리프트 추력의 변화 및 동일한 드리프트 각도에서 이전 곡선의 지점과 원점을 통과하는 시컨트의 동일 드리프트 각도에서의 변화의 곡선이다. 캠버(camber) 없이, 5000N의 부하를 받는 Michelin Primacy 235/55R17 타이어에 대해, 본 방법에 의해 추정된 최대 드리프트 각도는 5.5 ° 이며, 최대 추정 드리프트 추력은 5935N이다.

다음에, 경사 α_i를 결정하는 것이 적합하다. 이는 $\alpha_i = F_i/\delta$를 직접 계산하거나, 예를 들어, 하기와 같은 선형 회귀 등의 적절한 회귀에 의해 이루어진다.

$$\sum_{\delta\delta} = \sum \delta_j^2, \quad \sum_{\delta F} = \sum \delta_j \cdot F_j, \quad \alpha_i = \frac{\sum_{\delta F}}{\sum_{\delta\delta}}$$

또는, 두 개의 특정 계수 A_p, 즉, A 및 B가 'n' 개의 측정 또는 추정점에 적용되는 하기의 선형 회귀에 의해 계산된다:

$$A^{Lin} = \frac{n \cdot \sum \delta \cdot \alpha - \sum \delta \cdot \sum \alpha}{n \cdot \sum \delta^2 - (\sum \delta)^2}, \quad B^{Lin} = \frac{\sum \alpha \cdot \sum \delta^2 - \sum \delta \cdot \alpha \cdot \sum \delta}{n \cdot \sum \delta^2 - (\sum \delta)^2}$$

다음에, 선형 회귀가 사용된 경우에, δ^{Opt}는 하기와 같이 계산된다:

$$\delta^{Opt} = -\frac{B^{Lin}}{A^{Lin}} \cdot \frac{1 - Invt}{1 - p \cdot Invt}$$

여기서, $\alpha = A^{Lin} \cdot \delta + B^{Lin}$이다.

이 알고리즘을 적용함으로써, 측방향 힘(F_y)이 약 6 ° 의 드리프트 각도(δ)에서 그 최대값을 획득하는 것이 미리 결정된다. 그후 타이어가 슬립 시작 이전에 횡방향 추력에 대해 보다 많은 포텐셜을 갖지 못하는 것(횡방향 추력의 포화, 이는 차량이 선회하지 못하게 할 수 있다)이 알려지기 때문에 이 정보는 유용하다.

필요시, 하기와 같이, δ^{Opt}에 대응하는 F의 값을 결정하는 것까지 수행할 수 있으며, 여기서 F^{coeff_lin}은 실험적으로 조정되는 계수이다 :

$$F_{max} = F^{Coeff\_lin} \cdot \delta^{Opt} \cdot (A^{Lin} \cdot \delta^{Opt} + B^{Lin})$$

또는, 두 개의 특정 계수 A_p, 계수 A 및 B가 'n'의 측정 또는 추정 지점에 적용되는, 하기의 지수 회귀에 의해 계산된다:

$$A^{Exp} = \frac{n \cdot \sum \delta \cdot Ln(\alpha) - \sum \delta \cdot \sum Ln(\alpha)}{n \cdot \sum \delta^2 - (\sum \delta)^2},$$

$$B^{Exp} = \frac{\sum Ln(\alpha) \cdot \sum \delta^2 - \sum \delta \cdot Ln(\alpha) \cdot \sum \delta}{n \cdot \sum \delta^2 - (\sum \delta)^2}$$

다음에, 지수 회귀가 사용되는 경우에, δ^{Opt}는 하기와 같이 계산된다.

$$\delta^{Opt} = \frac{Ln(Invt)}{p \cdot A^{Exp}}$$

여기서, α는 $e^{A^{Exp} \cdot \delta + B^{Exp}}$ 이다.

필요시, 하기와 같이 F_{target} 을 결정하는 것까지 실시할 수 있으며, 여기서, F^{coeff_exp} 는 실험적으로 조정되는 계수이다:

$$F_{max} = F^{Coeff\_exp} \cdot \delta^{Opt} \cdot e^{A^{Exp} \cdot \delta^{Opt} + B^{Exp}}$$

실시예 3a : 타이어의 측정 또는 테스트를 위한 용도

타이어 산업에서, 본 발명은 타이어를 테스트 또는 측정하는데 적용될 수 있다. 따라서, 본 발명의 다른 특징은 하기의 단계를 포함하는 드리프트에 관하여 타이어를 테스트하기 위한 방법이다:

지면 상에서 타이어가 구르게 하는 단계,

상기 타이어에 사전결정된 부하(F_{z1})를 인가하는 단계,

타이어가 그립 한계 미만으로 유지되도록 사전결정된 드리프트 각도(δ_i)를 적용하고, 상기 드리프트 각도(δ_i)에 대응하는 드리프트 추력(F_i)을 측정 또는 추정하는 단계,

값(δ_i, F_i)의 하나 이상의 다른 쌍 'i'을 계산하기 위해 이전 단계를 반복하는 단계,

원점을 통과하고, 좌표(δ_i, F_i)를 통과하는 직선의 경사(α_i)의 대응값을 결정하는 단계와,

변화 곡선 $\alpha_i = f(\delta_i, A_p)$을 모델링하기 위해 충분한 수의 쌍($\alpha_i$, δ_i)으로부터의 적절한 회귀에 의해 또는 직접 계산에 의해 계수 A_p를 계산하는 단계,

사전결정된 불변값 'Invt'을 사용함으로써 드리프트 각도(δ^{Opt})의 값을 계산하는 단계.

유사하게, 불변값은 테스트 방법을 실험적으로 개선하여 선택될 수 있다. 예를 들어, 개선 중에 불변값의 제 1 값의 선택을 위해 하기와 같이 불변값을 결정하는 것이 유리하다:

$$Invt = \frac{\frac{F}{\delta}(\delta^{Opt})}{\frac{F}{\delta}(p.\delta^{Opt})}$$

여기서, p는 1 미만의 양의 값을 가진다.

상술한 바와 유사한 방식으로, 두 개의 특정 계수 A_p, 즉, 계수 A 및 B가 선형 회귀와 지수 회귀로 이루어지는 그룹으로부터 선택된 회귀에 의해 계산될 수 있다.

또 다시, p의 값으로서 0.25 내지 0.75 의 값, 통상적으로 0.5가 적용될 수 있다.

실시예 3b : 선회시 차량의 최대 가능 드리프트의 결정

타이어를 장비한 차량의 안정성에 대한 본 발명의 응용예에서, 본 발명에 의해 제안된, 측방향 힘이 최대인 경우의 타이어의 드리프트 각도(δ)(드리프트 각도(δ)는 지면 상의 차량의 벡터 속도와 차륜의 평면의 지면으로의 투영 사이의 각도이다)의 값을 예측하는 단계를 포함하는 타이어의 기능을 제어하는 방법은 드리프트 추력에 관하여 타이어의 최대 포텐셜에 대한 너무 근접하게 되는 경우에 운 전자에게 경보를 제공하거나, 또는 차량의 안정성을 자동으로 제어하기 위해 시스템에 통합된 보다 진보된 형태에서는, 경보 신호의 발생시, 차속이 제한되거나, 자동으로 감소된다.

또한, 본 발명은 (전륜 및/또는 후륜 축에 대한 능동 조향이나, 차체 롤링(rolling)의 능동 제어 또는 차량의 측방향 평형에 작용하는, 따라서, 타이어에 부과되는 측방향 추력에 작용하는 임의의 시스템을 가지는) 능동 차량, 즉, 차량의 측방향 안정성을 자동으로 제어하기 위한 시스템으로부터 내려지는 명령에 따라서 반응할 수 있는 차량에도 적용할 수 있다.

이에 관하여, 따라서, 본 발명은 지면에서 구르도록 의도된 하나 이상의 타이어를 가지는 차량의 안정성을 제어하기 위한 시스템에 확장할 수 있으며, 이 차량은 타이어의 기능을 드리프트 추력의 사전결정된 목표값(F_{target})으로 유지하는 것을 목적으로 하는, 즉, 각 축의 타이어의 드리프트 각도에 대한 직접적 또는 간접적 영향을 가지는 경로 제어기에 의해 전달된 명령에 의존하여, 그리고, 그 제어 수단에 대해 차량 운전자에 의해 부여된 명령에 의존하여, 차량에 사용되는 기술(파라미터 <<λ>>가 능동 조향을 위한 후륜 및 전륜의 조향이거나, 파라미터 <<λ>>가 액티브 안티-롤(active anti-roll)을 위한 본체의 롤링이거나, 파라미터 <<λ>>가 제동 액츄에이터를 통한 안정성 제어를 위한 제동력이거나 …)에 의존하여 선택된 파라미터(이하 파라미터 <<λ>>라 지칭함)를 제어하기 위한 시스템을 구비하고 있으며, 이 경로 제어기는 드리프트 추력의 최대값(F_{target})에 따른 드리프트 각도의 하나 이상의 최적값(δ^{Opt})을 사용하고, 상기 제어는 하기의 작업(좌측 및 우측 타이어를 구별하여 각 축상에 작용-전방 및 후방 축에 동일하지 않게 할당-하는 것이 적합하지만, 원리는 단 하나의 타이어에 대하여 이하에 설명하며, 당업자는 모든 타이어에 대해 처리할 수 있을 것이다)을 수행하기 위한 수단을 포함한다:

- 파라미터 <<λ>> 제어의 각 작동시, 타이어 드리프트 각도의 둘 이상의 서로 다른 레벨 'i'에 대하여, $F_{\gamma i}$ 및 연계된 드리프트 각도(δ_i)의 다양한 값을 기록,

- 원점 및 좌표(δ_i, $F_{\gamma i}$)를 통과하는 직선의 경사(α_i)를 결정,

- 변화 곡선 $\alpha_i = f(\delta_i, A_p)$를 모델링하기 위해 ($\alpha_i$, δ_i)를 가지는 충분한 수의 쌍으로부터 특히, 선형 회귀와 지수 회귀로 구성되는 그룹으로부터 선택된 회귀인 적절한 회귀에 의해, 또는, 직접 계산에 의해 계수 A_p를 계산,

- 사전결정된 불변값 'Invt'를 사용함으로써 드리프트 추력의 최대값(F_{target})과 연계된 타이어 드리프트 각도의 최적값(δ^{Opt})을 계산,

- 드리프트 각도(δ)가 δ^{Opt}에 접근할 때, 경보 신호를 생성.

이미 상술된 바와 같이, 최적 드리프트 각도 값(δ^{Opt})은 직접 계산 또는 회귀의 선택으로부터 얻어지는 모델링 공식(상술한 변화 곡선)에 의해 계산된다. 특 히, 불변값을 결정하기 위한 양호한 접근법은 하기와 같다:

$$Invt = \frac{\frac{F}{\delta}(\delta^{Opt})}{\frac{F}{\delta}(p.\delta^{Opt})}$$

보다 상세하게는, 역시 p는 0.25 내지 0.75, 통상적으로 0.5의 값을 가진다.

본 발명의 이 특징의 특정 실시예에서, 경보 신호가 발생된 경우에, 선택된 파라미터를 제어하기 위한 시스템은 드리프트 각도(δ)를 최적값(δ^{Opt})으로 유지하도록 작용한다. 이 특징의 다른 실시예에서, 경보 신호가 발생된 경우에, 차속이 제한 또는 감소된다.

슬립의 함수로서의 마찰 계수의 활용 및 드리프트 각도의 함수로서의 드리프트 추력의 활용에 관련한 특징은 상호 배타적이 아니며 매우 대조적인 것이 아니라는 것이 강조되어야만 하며, 이는 중요하다. 특히, 이는 이들 두 특징을 동시에 활용하여 차량의 경로를 자동 제어하기 위한 시스템에 대하여 유리하다. 따라서, 본 발명의 일 특징은 상기 차량의 기능을 마찰 계수(μ)의 사전결정된 값으로 유지하는 것을 목적으로 하는 주어진 설정에서 타이어의 기능을 자동으로 제어하는 방법에 관련한 것이며, 이는 하기의 단계를 포함한다:

- 복수의 값의 쌍'i'에 대하여 추정값 또는 측정값(G_i, μ_i)을 결정하는 단계,

- 상기 타이어의 고유한 물리적 특성과 기존의 실제 기능 설정의 함수로서 타이어의 최적 슬립의 추정값(G^{Opt})을 계산하는 단계,

- $G_{instantaneous}$와 G^{Opt} 사이의 편차의 함수로서 상기 설정을 자동으로 제어하는 단계.

제 4 실시예(금속 시편에 대한 인장 테스트)

다른 응용예의 경우로서, 신장율의 함수로서 인장 응력을 받는 시편의 인장의 분석에 대하여 언급한다(파열 직전에 테스트를 중지시킴으로써 시편의 급격한 파열을 회피하기 위해). 이 경우에, 파라미터 X는 신장율이고; 응력을 가하기 시작할 때의 신장율과 힘의 측정값으로부터 최대 신장율이 추정되며, 최대 신장율에 근접하지만 그 미만인 선택된 신장율에서 테스트가 중지된다. 부가적으로, 최대 가능 힘이 추정될 수 있다.

발명의 효과

본 발명에 따른 자동 제어에 의해 특정 시스템이 특정 동작점 주변으로 유지된다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.
파라미터 Y의 값을 최적값에서 유지하도록 파라미터 X의 값이 자동으로 제어되는, 상승, 극값 및 하강을 나타내는 경로에 따른 파라미터 X의 함수로서 파라미터 Y가 변화하는 현상에 대한 자동 제어 방법에 있어서,

하나 이상의 값의 쌍 'i'를 위한 추정치 또는 측정치(X_i, Y_i)를 결정하는 단계와,

원점을 통과하고, 좌표(X_i, Y_i)를 통과하는 대응하는 직선의 경사(α_i)의 값을 결정하는 단계와,

변화 곡선 $\alpha_i = f(X_i, A_p)$을 모델링하기 위해 (α_i, X_i)를 가지는 충분한 수의 쌍으로부터의 회귀(regression)에 의해서, 또는 직접 계산에 의해서 계수(A_p)를 계산하는 단계와,

사전결정된 불변값 'Invt'을 사용함으로써 목표값(X_{max})을 계산하는 단계를 포함하는 자동 제어 방법.

청구항 2.
제 1 항에 있어서, 상기 파라미터 X의 값은 그 값을 X_{max}로 유지하도록 자동으로 제어되는 자동 제어 방법.

청구항 3.
제 1 항에 있어서, 상기 불변값은

$$Invt = \frac{\frac{Y}{X}(X_{max})}{\frac{Y}{X}(p.X_{max})}$$

로 결정되고, p는 1 미만의 양의 값을 가지는 자동 제어 방법.

청구항 4.
제 3 항에 있어서, 상기 p의 값은 0.25 내지 0.75 인 자동 제어 방법.

청구항 5.
제 4 항에 있어서, 상기 p는 0.5인 자동 제어 방법.

청구항 6.
제 1 항에 있어서, 상기 경사(α_i)는 직접 계산($\alpha_i = Y_i / X_i$)에 의해 결정되는 자동 제어 방법.

청구항 7.
제 1 항에 있어서, 상기 경사(α_i)는 적합한 회귀를 수행함으로써 결정되는 자동 제어 방법.

청구항 8.
제 1 항에 있어서,

$$\sum_{XX} = \sum X_j^2, \quad \sum_{XY} = \sum X_j \cdot Y_j, \quad \alpha_i = \frac{\sum_{XY}}{\sum_{XX}}$$

의 선형 회귀가 수행되는 자동 제어 방법.

청구항 9.
제 1 항에 있어서, 두 개의 특정 계수 A_p, 계수 A 및 B가

$$A^{Lin}=\frac{n\cdot\sum X\cdot\alpha-\sum X\cdot\sum\alpha}{n\cdot\sum X^2-(\sum X)^2},\quad B^{Lin}=\frac{\sum\alpha\cdot\sum X^2-\sum X\cdot\alpha\cdot\sum X}{n\cdot\sum X^2-(\sum X)^2}$$

의 'n'의 측정 또는 추정점에 적용되는 선형 회귀에 의해 계산되는 자동 제어 방법.

청구항 10.
제 1 항에 있어서, 두 개의 특정 계수 A_p, 계수 A 및 B가

$$A^{Exp}=\frac{n\cdot\sum X\cdot Ln(\alpha)-\sum X\cdot\sum Ln(\alpha)}{n\cdot\sum X^2-(\sum X)^2},$$
$$B^{Exp}=\frac{\sum Ln(\alpha)\cdot\sum X^2-\sum X\cdot Ln(\alpha)\cdot\sum X}{n\cdot\sum X^2-(\sum X)^2}$$

의 'n'의 측정 또는 추정점에 적용되는 지수 회귀에 의해 계산되는 자동 제어 방법.

청구항 11.
제 9 항에 있어서, X_{max} 는

$$X_{max}=-\frac{B^{Lin}}{A^{Lin}}\cdot\frac{1-Invt}{1-p\cdot Invt}$$

로서 계산되고, $\alpha = A^{Lin}\cdot X + B^{Lin}$ 인 자동 제어 방법.

청구항 12.
제 10 항에 있어서, X_{max} 는

$$X_{max}=\frac{Ln(Invt)}{p\cdot A^{Exp}}$$

로서 계산되고, α는 $e^{A^{Exp}\cdot X+B^{Exp}}$ 인 자동 제어 방법.

청구항 13.
제 9 항에 있어서, 추가로, Y_{max} 는 $Y_{max} = Y^{Coeff_lin}\cdot X_{max}\cdot(A^{Lin}\cdot X_{max}+B^{Lin})$로 결정되고,

Y^{coeff_lin} 은 실험적으로 조정되는 계수인 자동 제어 방법.

청구항 14.
제 10 항에 있어서, 추가로, Y_{max} 는

$$Y_{max}=Y^{Coeff\_exp}\cdot X_{max}\cdot e^{A^{Exp}\cdot X_{max}+B^{Exp}}$$

로서 결정되고, Y^{coeff_Exp} 은 실험적으로 조정되는 계수인 자동 제어 방법.

청구항 15.
이동시 차량의 타이어에 기능하는 특성 파라미터 Q가 상승, 극값 및 하강을 나타내는 경로에 따른 파라미터 P의 함수로서 변화하며, 상기 파라미터 P의 값은 제어기에 의해 부과되고, 파라미터 Q의 값을 선택된 값으로 유지하기 위해, 타이어에 인가된 토크, 타이어의 조향각, 타이어의 캠버각, 및 타이어에 인가된 수직력을 포함하는 그룹으로부터 선택된 하나 이상의 성분에 작용하는 접지 시스템(ground contact system)에 있어서,

상기 제어기는 하나 이상의 값의 쌍 'i'를 위한 추정값 또는 측정값(P_i, Q_i)을 결정하는 수단과,

원점을 통과하고, 좌표(P_i, Q_i)를 통과하는 대응하는 직선의 경사(β_i)의 값을 결정하는 수단과,

변화 곡선 $\beta_i = f(P_i, A_p)$을 모델링하기 위해 (β_i, P_i)를 가지는 충분한 수의 쌍으로부터의 회귀에 의해 또는 직접 계산에 의해 계수 A_p를 계산하는 수단과,

사전결정된 불변값 'Invt'을 사용함으로써 목표값 P_{Target} 을 계산하는 수단과,

상기 $P_{Instantaneous}$ 와 P_{Target} 사이의 편차의 절대값이 사전결정된 임계값보다 클 때, '능동' 모드로 변경하는 수단을 포함하는 접지 시스템.

청구항 16.
슬립에 대하여 타이어의 기능을 제어하는 방법에 있어서,

하나 이상의 값의 쌍 'i'를 위한 추정값 또는 측정값(G_i, μ_i)을 결정하는 단계와,

원점을 통과하고, 좌표(G_i, μ_i)를 통과하는 직선의 경사(α_i)의 대응값을 결정하는 단계와,

변화 곡선 $\alpha_i = f(G_i, A_p)$을 모델링하기 위해 (α_i, G_i)를 가지는 충분한 수 의 쌍으로부터의 회귀에 의해 또는 직접 계산에 의해 계수 A_p 를 계산하는 단계를 포함하는, 슬립에 대한 타이어 기능 제어 방법.

청구항 17.
제 16 항에 있어서, 최적 슬립의 추정값(G_{Opt})은 사전결정된 불변값 'Invt'을 사용함으로써 얻어지는, 슬립에 대한 타이어 기능 제어 방법.

청구항 18.
제 17 항에 있어서, 슬립(G)은 G_{Opt} 로 유지되도록 자동으로 제어되는, 슬립에 대한 타이어 기능 제어 방법.

청구항 19.
제 17 항에 있어서, 'Invt'의 값은 실질적으로 0.58인, 슬립에 대한 타이어 기능 제어 방법.

청구항 20.
제 17 항에 있어서, 상기 불변값은

$$Invt = \frac{\frac{\mu}{G}(G_{max})}{\frac{\mu}{G}(p.G_{max})}$$

로 결정되고, p는 1 미만의 양의 값을 가지는, 슬립에 대한 타이어 기능 제어 방법.

청구항 21.
제 20 항에 있어서, p의 값은 0.25 내지 0.75인, 슬립에 대한 타이어 기능 제어 방법.

청구항 22.
제 21 항에 있어서, p는 0.5인, 슬립에 대한 타이어 기능 제어 방법.

청구항 23.
제 17 항에 있어서, 상기 경사 α_i 는 직접 계산 $\alpha_i = \mu_i / G_i$ 에 의해 결정되는, 슬립에 대한 타이어 기능 제어 방법.

청구항 24.
제 17 항에 있어서, 상기 경사 α_i 는 적절한 회귀를 수행함으로써 결정되는, 슬립에 대한 타이어 기능 제어 방법.

청구항 25.
제 17 항에 있어서,

$$\sum_{GG} = \sum G_j^2, \quad \sum_{G\mu} = \sum G_j \cdot \mu_j, \quad \alpha_i = \frac{\sum_{G\mu}}{\sum_{GG}}$$

의 선형 회귀가 수행되는, 슬립에 대한 타이어 기능 제어 방법.

청구항 26.

제 17 항에 있어서, 두 개의 특정 계수 A_p, 계수 A 및 B가

$$A^{Lin}=\frac{n\cdot\sum G\cdot\alpha-\sum G\cdot\sum\alpha}{n\cdot\sum G^2-(\sum G)^2},\quad B^{Lin}=\frac{\sum\alpha\cdot\sum G^2-\sum G\cdot\alpha\cdot\sum G}{n\cdot\sum G^2-(\sum G)^2}$$

의 'n'의 측정 또는 추정점에 적용되는 선형 회귀에 의해 계산되는, 슬립에 대한 타이어 기능 제어 방법.

청구항 27.
제 17 항에 있어서, 두 개의 특정 계수 A_p, 계수 A 및 B가

$$A^{Exp}=\frac{n\cdot\sum G\cdot Ln(\alpha)-\sum G\cdot\sum Ln(\alpha)}{n\cdot\sum G^2-(\sum G)^2},$$
$$B^{Exp}=\frac{\sum Ln(\alpha)\cdot\sum G^2-\sum G\cdot Ln(\alpha)\cdot\sum G}{n\cdot\sum G^2-(\sum G)^2}$$

의 'n'의 측정 또는 추정점에 적용되는 지수 회귀에 의해 계산되는, 슬립에 대한 타이어 기능 제어 방법.

청구항 28.
제 26 항에 있어서, G^{Opt} 는

$$G^{Opt}=-\frac{B^{Lin}}{A^{Lin}}\cdot\frac{1-Invt}{1-p\cdot Invt}$$

로서 계산되고, $\alpha = A^{Lin}\cdot G + B^{Lin}$ 인, 슬립에 대한 타이어 기능 제어 방법.

청구항 29.
제 27 항에 있어서, G^{Opt} 는

$$G^{Opt}=\frac{Ln(Invt)}{p\cdot A^{Exp}}$$

로서 계산되고, α는 $e^{A^{Exp}\cdot G+B^{Exp}}$ 인, 슬립에 대한 타이어 기능 제어 방법.

청구항 30.
제 26 항에 있어서, 추가로, G^{Opt} 에 대응하는 μ는 $\mu = \mu^{Coeff_lin}\cdot G^{Opt}\cdot(A^{Lin}\cdot G^{Opt}+B^{Lin})$로 결정되는, 슬립에 대한 타이어 기능 제어 방법.

청구항 31.
제 27 항에 있어서, 추가로, μ_{max} 는

$$\mu_{max}=\mu^{Coeff\_exp}\cdot G^{Opt}\cdot e^{A^{Exp}\cdot G^{Opt}+B^{Exp}}$$

로서 결정되는 계수인, 슬립에 대한 타이어 기능 제어 방법.

청구항 32.
측방향 힘이 최대일 때의 타이어의 드리프트 각도(δ)의 값을 예측하기 위한 단계를 포함하는 타이어의 기능을 제어하는 방법에 있어서,

하나 이상의 값의 쌍 'i'를 위한 추정값(δ_i, F_i)을 결정하는 단계와,

원점을 통과하고, 좌표(δ_i, F_i)를 통과하는 대응하는 직선의 경사(α_i)의 값을 결정하는 단계와,

변화 곡선 $\alpha_i = f(\delta_i, A_p)$을 모델링하기 위해 ($\alpha_i$, δ_i)를 가지는 충분한 수의 쌍으로부터의 회귀에 의해 또는 직접 계산에 의해 계수 A_p를 계산하는 단계를 포함하는 타이어 기능 제어 방법.

청구항 33.

제 32 항에 있어서, 사전결정된 불변값 'Invt'을 사용함으로써 상기 드리프트 각도의 값(δ^{Opt})을 계산하는 단계와,

상기 드리프트 각도(δ)가 δ^{Opt} 에 접근할 때 경보 신호를 생성하는 단계를 추가로 포함하는 타이어 기능 제어 방법.

청구항 34.
제 33 항에 있어서, 선택된 파라미터는 δ^{Opt} 로 유지되도록 자동으로 제어되는 타이어 기능 제어 방법.

청구항 35.
제 33 항에 있어서, 상기 경보 신호가 발생된 경우에, 선택된 파라미터는 드리프트 각도(δ)를 감소시키도록 자동으로 제어되는 타이어 기능 제어 방법.

청구항 36.
제 33 항에 있어서, 상기 불변값은

$$Invt=\frac{\frac{F}{\delta}(\delta^{Opt})}{\frac{F}{\delta}(p.\delta^{Opt})}$$

로 결정되고, p는 1 미만의 양의 값을 가지는 타이어 기능 제어 방법.

청구항 37.
제 36 항에 있어서, 상기 p의 값은 0.25 내지 0.75인 타이어 기능 제어 방법.

청구항 38.
제 37 항에 있어서, 상기 p의 값은 0.5인 타이어 기능 제어 방법.

청구항 39.
제 33 항에 있어서, 경사(α_i)는 직접 계산 $\alpha_i = F_i/\delta_i$ 에 의해 결정되는 타이어 기능 제어 방법.

청구항 40.
제 33 항에 있어서, 경사(α_i)는 적절한 회귀를 수행함으로써 결정되는 타이어 기능 제어 방법.

청구항 41.
제 33 항에 있어서,

$$\sum_{\delta\delta}=\sum\delta_j^{\,2},\quad \sum_{\delta F}=\sum\delta_j\cdot F_j,\quad \alpha_i=\frac{\sum_{\delta F}}{\sum_{\delta\delta}}$$

의 선형 회귀가 수행되는 타이어 기능 제어 방법.

청구항 42.
제 33 항에 있어서, 두 개의 특정 계수 A_p , 계수 A 및 B가

$$A^{Lin}=\frac{n\cdot\sum\delta\cdot\alpha-\sum\delta\cdot\sum\alpha}{n\cdot\sum\delta^2-(\sum\delta)^2},\quad B^{Lin}=\frac{\sum\alpha\cdot\sum\delta^2-\sum\delta\cdot\alpha\cdot\sum\delta}{n\cdot\sum\delta^2-(\sum\delta)^2}$$

의 'n'의 측정 또는 추정점에 적용되는 선형 회귀에 의해 계산되는 타이어 기능 제어 방법.

청구항 43.
제 33 항에 있어서, 두 개의 특정 계수 A_p , 계수 A 및 B가

$$A^{Exp}=\frac{n\cdot\sum\delta\cdot Ln(\alpha)-\sum\delta\cdot\sum Ln(\alpha)}{n\cdot\sum\delta^2-(\sum\delta)^2},$$

$$B^{Exp}=\frac{\sum Ln(\alpha)\cdot\sum\delta^2-\sum\delta\cdot Ln(\alpha)\cdot\sum\delta}{n\cdot\sum\delta^2-(\sum\delta)^2}$$

의 지수 회귀에 의해 계산되는 타이어 기능 제어 방법.

청구항 44.
제 42 항에 있어서, δ^{Opt} 는

$$\delta^{Opt} = -\frac{B^{Lin}}{A^{Lin}} \cdot \frac{1-Invt}{1-p \cdot Invt}$$

로서 계산되고, $\alpha = A^{Lin} \cdot \delta + B^{Lin}$ 인 타이어 기능 제어 방법.

청구항 45.
제 43 항에 있어서, δ^{Opt} 는

$$\delta^{Opt} = \frac{Ln(Invt)}{p \cdot A^{Exp}}$$

로서 계산되고, α 는 $e^{A^{Exp} \cdot \delta + B^{Exp}}$ 인 타이어 기능 제어 방법.

청구항 46.
제 43 항에 있어서, 추가로, F_{target} 은 $F^{Target} = F^{Coeff_lin} \cdot \delta^{Opt} \cdot (A^{Lin} \cdot \delta^{Opt} + B^{Lin})$로 결정되는 타이어 기능 제어 방법.

청구항 47.
제 43 항에 있어서, 추가로, F_{Target} 은

$$F^{Target} = F^{Coeff\_exp} \cdot \delta^{Opt} \cdot e^{A^{Exp} \cdot \delta^{Opt} + B^{Exp}}$$

로 결정되는 타이어 기능 제어 방법.

청구항 48.
슬립에 대하여 타이어를 테스트하는 방법에 있어서,

선택된 지면 상에서 타이어가 구르게 하는 단계와,

상기 타이어에 사전결정된 부하(F_{z1})를 인가하는 단계와,

상기 타이어에 사전결정된 슬립을 인가하는 단계와,

상기 타이어의 종방향 힘(F_{x1})을 측정 또는 추정하는 단계와,

마찰 계수의 값($\mu_1 = F_{x1}/F_{z1}$)을 계산하는 단계와,

하나 이상의 다른 쌍 'i'의 응력(F_{xi}/F_{zi})에 대하여 하나 이상의 다른 값 'i'의 마찰 계수(μ_i)를 계산하고, 연계된 슬립(G_i)을 측정하기 위해 이전 단계를 반복하는 단계와,

마찰계수의 계산된 값 각각에 대하여, 원점을 통과하고 좌표(G_i, μ_l)를 통과하는 직선의 경사(α_i)를 결정하는 단계와,

변화 곡선 $\alpha_i = f(G_i, A_p)$을 모델링하기 위해 (α_i, G_i)를 가지는 충분한 수의 쌍으로부터의 적절한 회귀에 의해 또는 직접 계산에 의해 계수 A_p 를 계산하는 단 계와,

사전결정된 불변값 'Invt'를 사용함으로써 사전결정된 마찰 계수값(G^{Opt})이 얻어질 수 있게 하는 최적 슬립을 계산하는 단계를 포함하는 슬립에 대한 타이어 테스트 방법.

청구항 49.
제 48 항에 있어서, 상기 불변값은

$$Invt = \frac{\frac{\mu}{G}(G_{max})}{\frac{\mu}{G}(p.G_{max})}$$

로 결정되고, p는 1 미만의 양의 값을 가지는 테스트 방법.

청구항 50.
드리프트에 대하여 타이어를 테스트하는 방법에 있어서,

선택된 지면 상에서 타이어가 구르게 하는 단계와,

상기 타이어에 사전결정된 부하(F_{z1})를 인가하는 단계와,

타이어가 그립 한계 미만으로 유지되도록 사전결정된 드리프트 각도(δ_i)를 적용하고, 상기 드리프트 각도(δ_i)에 대응하는 드리프트 추력(F_i)을 측정 또는 추정하는 단계와,

하나 이상의 다른 쌍 'i'의 값(δ_i, F_i)을 계산하기 위해 이전 단계를 반복하는 단계와,

원점을 통과하고, 좌표(δ_i, F_i)를 통과하는 대응하는 직선의 경사(α_i)의 값을 결정하는 단계와,

변화 곡선 $\alpha_i = f(\delta_i, A_p)$을 모델링하기 위해 충분한 수의 쌍($\alpha_i$, δ_i)으로부터의 적절한 회귀에 의해 또는 직접 계산에 의해 계수 A_p를 계산하는 단계와,

사전결정된 불변값 'Invt'을 사용함으로써 드리프트 각도(δ^{Opt})의 값을 계산하는 단계를 포함하는 드리프트에 대한 타이어 테스트 방법.

청구항 51.
제 50 항에 있어서, 상기 불변값은

$$Invt = \frac{\frac{F}{\delta}(\delta^{Opt})}{\frac{F}{\delta}(p.\delta^{Opt})}$$

로 결정되고, p는 1 미만의 양의 값을 가지는 테스트 방법.

청구항 52.
제 48 항 내지 제 51 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 계수 A_p는 선형 회귀와 지수 회귀로 구성되는 그룹으로부터 선택된 회귀에 의해 계산되는 테스트 방법.

청구항 53.
제 48 항 또는 제 50 항에 있어서, 청구항 제 35 항에 따라 타이어의 드리프트 각도(δ)를 자동으로 제어하기 위해, 상기 p의 값이 0.25 내지 0.75인 테스트 방법.

청구항 54.
제 49 항 또는 제 51 항에 있어서, 청구항 제 36 항에 따른 타이어의 상기 드리프트 각도(δ)를 자동으로 제어하기 위해 p는 0.5인 테스트 방법.

청구항 55.
제 1 항 내지 제 14 항과 제 17 항 내지 제 54 항 중 어느 한 항에 따른 방법의 개선에서 불변값 'Invt'을 조정 변수로서 사용하는 방법.

청구항 56.
타이어의 기능을 사전결정된 값의 마찰 계수(μ)로 유지하는 것을 목적으로 하는, 주어진 설정의 타이어의 기능을 자동으로 제어하는 방법에 있어서,

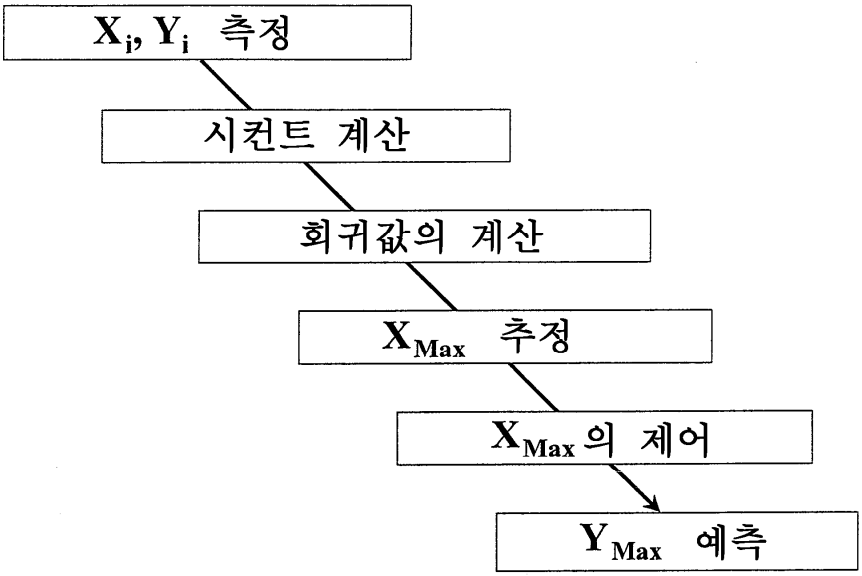
복수의 값의 쌍 'i'에 대하여 추정값 또는 측정값(G_i, μ_i)을 결정하는 단계와,

상기 타이어의 고유한 물리적 특성과 기존의 실제 기능 구성의 함수로서 타이어의 최적 슬립의 추정값(G_{Opt})을 계산하는 단계와,

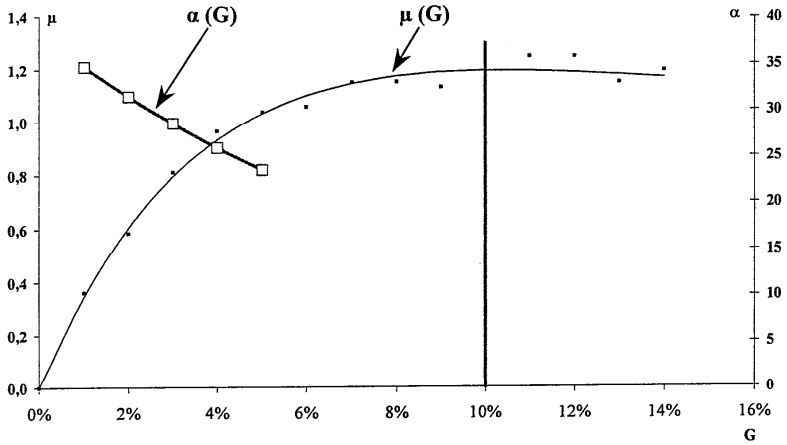
$G_{instantaneous}$ 와 G_{Opt} 사이의 편차의 함수로서 상기 구성을 자동으로 제어하는 단계를 포함하는 타이어 기능 자동 제어 방법.

도면

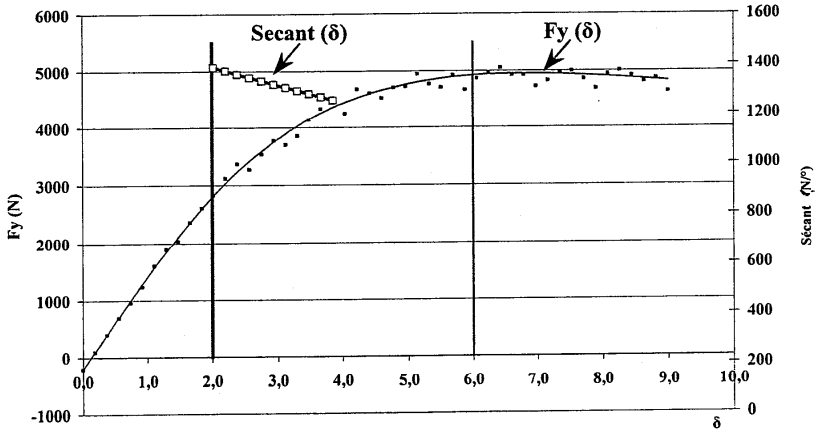
도면1



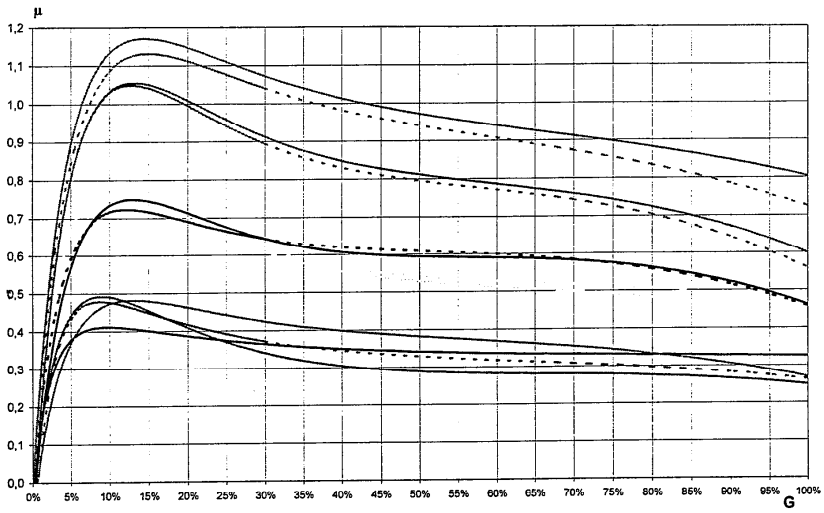
도면2



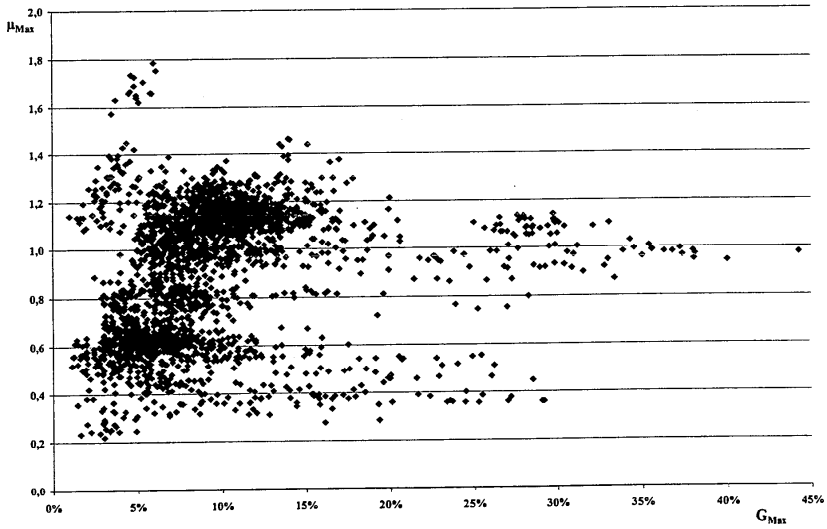
도면3



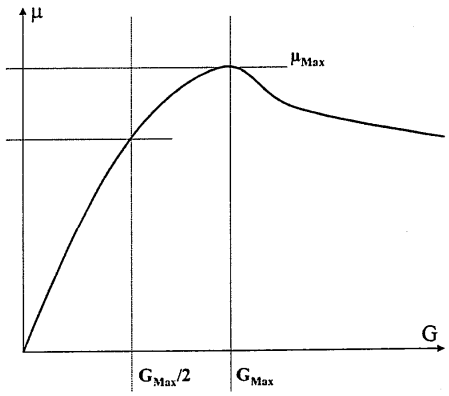
도면4



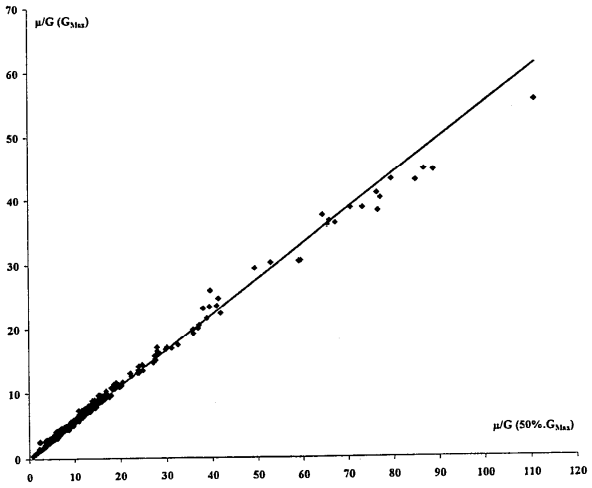
도면5



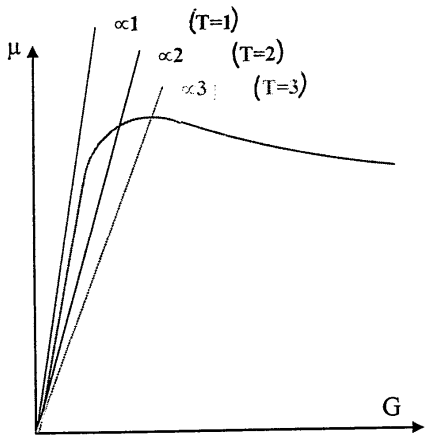
도면6



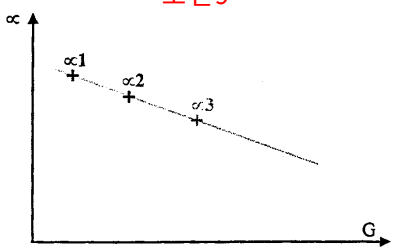
도면7



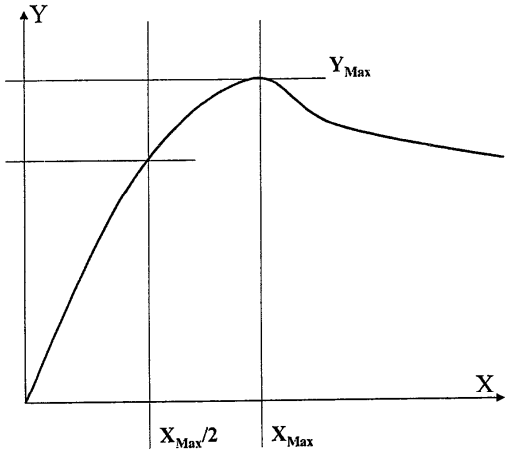
도면8



도면9



도면10



도면11