



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0103585  
(43) 공개일자 2013년09월23일

- |  |   |
|--|---|
| (51) 국제특허분류(Int. Cl.)<br><i>G01P 5/22</i> (2006.01) <i>G01P 5/24</i> (2006.01) | (71) 출원인<br><b>알까멜 루슨트</b><br>프랑스 75007 파리 옥타브 그레드 애비뉴 3        |
| (21) 출원번호 10-2013-7017361  | (72) 발명자<br><b>모엘러 로사 비</b><br>미국 뉴저지주 07748 미들타운 놀우드 드라이브 1910 |
| (22) 출원일자(국제) 2011년12월22일<br>심사청구일자 2013년07월02일                                | (74) 대리인<br><b>제일특허법인</b>                                       |
| (85) 번역문제출일자 2013년07월02일   |   |
| (86) 국제출원번호 PCT/US2011/066703  |   |
| (87) 국제공개번호 WO 2012/094161<br>국제공개일자 2012년07월12일                               |   |
| (30) 우선권주장<br>12/983,402 2011년01월03일 미국(US)                                    |   |

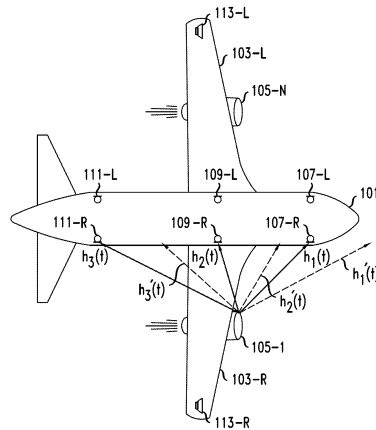
전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 발명의 명칭 대기 속도 및 공기의 속도 측정

(57) 요약

본체에 관련된 속도가 음파를 사용하여 정확하게 측정될 수 있다. 본체에 관련된 이러한 속도는 대기 속도, 즉 주변 공기에 대한 본체의 속도일 수 있거나, 본체의 주변에서 또는 본체의 요구된 경로를 따르는 공기의 속도일 수 있다. 보다 구체적으로, 공기 유동과 동일한 방향으로 진행되는 음향이 공기 유동에 반대 방향으로 진행되는 음향보다 빠르게 진행한다는 사실을 고려함으로써 대기 속도 또는 공기의 속도가 결정될 수 있도록 두 개 이상의 음향의 속력이 상관될 수 있다.

대표도 - 도1



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

복수의 음향 검출기 - 상기 복수의 음향 검출기 각각은 적어도 하나의 음원(at least one sound source)으로부터의 음향 신호(sound signals)를 수신하도록 구성됨 - 와,

상기 복수의 음향 검출기에 결합되어 본체에 관련된 속도를 결정하기 위한 프로세서를 포함하는 장치.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

(i) 상기 음원 및 (ii) 상기 복수의 음향 검출기 중 적어도 하나의 음향 검출기로 구성된 그룹 중 적어도 하나가 상기 본체 상에 배치되는

장치.

### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 본체에 관련된 상기 속도는 상기 복수의 음향 검출기 중 제 1 음향 검출기에서 상기 음원으로부터 음향을 검출하기 위한 시간과 상기 복수의 음향 검출기 중 적어도 제 2 음향 검출기에서 상기 음원으로부터 상기 음향을 검출하기 위한 시간을 비교함으로써 결정되는

장치.

### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 음원이 무음(silent)일 때 상기 속도를 결정하기 위해 사용되는 상기 본체 상에 배치된 적어도 제 2 음원을 더 포함하는

장치.

### 청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 프로세서는 상기 복수의 음향 검출기 중 제 1 음향 검출기와 상기 복수의 음향 검출기 중 각각의 제 2 및 제 3 음향 검출기 사이의 검출된 음향 신호 패턴의 최대 상호 상관을 결정하며, 상기 제 2 음향 검출기는 상기 제 1 음향 검출기의 전방에서 상기 본체 상에 위치되고 상기 제 3 음향 검출기는 상기 제 1 음향 검출기의 후방에서 상기 본체 상에 위치되는

장치.

### 청구항 6

제 1 항에 있어서,

$e = 1$  내지 상기 복수의 음향 검출기의 개수이고,  $l = 1$  내지 상기 복수의 음향 검출기의 개수이며,  $e \neq l$ 인

$$\phi_{n_e n_l}(\tau) = \frac{\sim \sim \sim \sim \sim \sim}{n_e(t+\tau)n_l(t)}$$

경우에, 상기 프로세서는  $\phi_{n_e n_l}(\tau)$ 의 최대값을 결정하며,

여기서

$n_l(t)$ 는 음향 검출기  $l$ 에 의해 검출된 상기 음원으로부터의 시간 의존형 음향 신호 패턴이고,

$n_e(t+\tau)$ 는 시간  $t+\tau$ 에서 음향 검출기  $e$ 에 의해 검출된 상기 음원으로부터의 시간 오프셋 음향 신호 패턴이 되, 여기서  $\tau$ 는 양수 또는 음수일 수 있으며,

~~~~~는 시간에 걸친 평균을 표시하는

장치.

## 청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 프로세서는  $|\overrightarrow{M_e} - \overrightarrow{S_i} + (t_e - t_0)\overrightarrow{v_p}| = |\overrightarrow{c_s}|(t_e - t_0)$ 로서 표현 가능한 한 세트의 연립 방정식을 풀

어서 상기 본체에 관련된 상기 속도  $\overrightarrow{v_p}$ 를 결정하되, 여기서  $e$ 는 1 내지 복수의 음향 검출기의 개수 사이의 범위를 갖고 특정 음향 검출기를 표현하며, 여기서

$t_e = \tau_{\max}(e, l) + t_l$ 이고,  $\tau_{\max}$ 는  $\max\{\phi_{n_e n_l}(\tau)\} \Rightarrow \tau_{\max}(e, l)$ 이며 따라서 상기 상호 상관 함수의 최대값을 산출하여 음향 검출기  $e$  및  $l$ 에 의해 검출된 바와 같은 상기 음원으로부터의 음향에 대한 현재의 지연을 표시하는  $\tau$ 의 값을 표시하고,

$\overrightarrow{M_e}$ 는  $t_0$ 에서 상기 본체 주위의 공기가 이동하지 않고 있는 기준 프레임의 원점으로부터 음향 검출기  $e$ 의

상기 위치까지의 벡터이되, 여기서  $t_0$ 는 음향 검출기  $e$ 에서 수신된 음향 신호가 상기 음원에서 생성되었을 때의 시간이고,

$\overrightarrow{v_p}$ 는 상기 주변 공기에 대한 상기 본체의 속도이고,

$\overrightarrow{S_i}$ 는 상기 원점으로부터 상기 음원의 현재의 위치까지의 벡터이고,

$\overrightarrow{c_s}$ 는 상기 기준 프레임에서 음향의 속도이며,

$t_e - t_0$ 는 음향이 상기 음원으로부터 음향 검출기  $e$ 로 진행하는데 걸리는 시간인

장치.

## 청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 본체에 관련된 상기 속도는 (i) 상기 본체의 대기 속도 및 (ii) 상기 본체에 충격을 주는 공기의 속도의 성분으로 구성된 그룹 중 하나인

장치.

## 청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 프로세서는 상기 복수의 음향 검출기 중 제 1 음향 검출기와 제 2 음향 검출기 사이의 검출된 음향 신호 패턴의 최대 상호 상관을 결정하며, 상기 제 1 음향 검출기와 상기 제 2 음향 검출기는 상기 음원이 상기 제 1 음향 검출기와 상기 제 2 음향 검출 사이에 위치되도록 상기 본체 상에 위치되는

장치.

## 청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 프로세서는 
$$\phi_{n_L n_R}(\tau) = \frac{\sim \sim \sim \sim \sim \sim}{n_L(t+\tau)n_R(t)}$$
의 최대값을 결정하며,

여기서

$n_L(t)$ 는 상기 음원의 좌측에 위치한 상기 복수의 음향 검출기 중 하나의 음향 검출기에 의해 검출된 상기 음원으로부터의 음향 신호 패턴이며 시간 변수  $t$ 는 연속이고,

$n_R(t+\tau)$ 는 시간  $t+\tau$ 에서 상기 음향 발생기의 우측에 위치한 상기 복수의 음향 검출기 중 하나의 음향 검출기에 의해 검출된 상기 음향 신호 패턴의 시간 오프셋 버전이며 양수 또는 음수일 수 있는  $\tau$ 는 상기 동일한 패턴이 상기 마이크 쌍들 각각에 도달하는 시간 사이의 지연 시간이며,

~~~~~는 시간에 걸친 평균을 표시하는

장치.

## 청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 프로세서는

$$|\overrightarrow{M_L} - \overrightarrow{S_s} + (t_L - t_0)(\overrightarrow{v_p} + \overrightarrow{v_v})| = |\overrightarrow{c_s}|(t_L - t_0)$$
  

$$|\overrightarrow{M_R} - \overrightarrow{S_s} + (t_R - t_0)(\overrightarrow{v_p} + \overrightarrow{v_v})| = |\overrightarrow{c_s}|(t_R - t_0)$$
로서 표현 가능한 한 세트의 연립 방정식을 풀어서

상기 본체에 관련된 상기 속도  $\vec{v_p}$ 를 결정하며,

여기서

$t_L = \tau_{\max}(L, R) + t_R$ 이되, 여기서  $\max\{\phi_{n_L n_R}(\tau)\} \Rightarrow \tau_{\max}$ 이며 따라서 상기 상호 상관 함수의 최대값을 산출하여 음향 검출기  $L$  및  $R$ 에 의해 검출된 바와 같은 상기 음원으로부터의 음향에 대한 현재의 지연을 표시하는  $\tau$ 의 값을 표시하고,

$\vec{M_L}$ 는  $t_0$ 에서 상기 본체 주위의 공기가 이동하지 않고 있는 기준의 원점으로부터 상기 음향 발생기의 좌

측에 위치한 상기 복수의 음향 검출기 중 상기 하나의 음향 검출기의 위치까지의 벡터이되, 여기서  $t_0$ 는 상기 좌측에 위치한 음향 검출기에서 검출된 상기 음향 신호가 상기 음원에서 생성되었을 때의 시간이고,

$\vec{M_L}$ 는  $t_0$ 에서 상기 기준 프레임의 원점으로부터 상기 음향 발생기의 우측에 위치한 상기 복수의 음향 검출기 중 상기 하나의 음향 검출기의 위치까지의 벡터이고,

$\vec{v_p}$ 는 상기 본체에 충격을 주는 공기 돌풍의 속도이고,

$\vec{v_V}$ 는 지면에 대한 상기 본체의 속도이고,

$\vec{S_i}$ 는 상기 기준 프레임의 상기 원점으로부터 상기 음원의 하나의 위치까지의 벡터이고,

$|\vec{c_s}|$ 는 공기 내에서 음향의 속력이고,

$t_L - t_0$ 는 음향이 상기 음원으로부터 상기 음원의 좌측에 위치한 상기 복수의 음향 검출기 중 상기 하나의 음향 검출기로 진행하는데 걸리는 시간이며,

$t_R - t_0$ 는 음향이 상기 음원으로부터 상기 음원의 우측에 위치한 상기 복수의 음향 검출기 중 상기 하나의 음향 검출기로 진행하는데 걸리는 시간인

장치.

## 청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 본체에 관련된 상기 속도는 (i) 상기 본체의 예상된 이동 경로를 따르는 공기의 속도의 하나의 성분 및 (ii) 상기 본체의 요구된 이동 경로에 평행한 공기의 속도의 하나의 성분으로 구성된 그룹 중 하나인

장치.

## 청구항 13

제 1 항에 있어서,

$$\phi_{M_1 M_2}(\tau) = \overline{M_1(t+\tau)M_2(t)}$$

상기 프로세서는  $\phi_{M_1 M_2}(\tau)$ 의 최대값을 결정하며,

여기서

$M_2(t)$ 는 상기 본체의 요구된 진행 방향에 평행한 직선을 따라 위치한 상기 복수의 음향 검출기 중 하나의 음향 검출기  $M_2$ 에 의해 검출된 상기 음원으로부터의 음향 신호 패턴이며 시간 변수  $t$ 는 연속이고,

$M_1(t+\tau)$ 는 시간  $t+\tau$ 에서 상기 직선을 따라 위치한 상기 복수의 음향 검출기 중 하나의 음향 검출기  $M_1$ 에 의해 검출된 상기 음향 발생기로부터의 상기 음향 신호 패턴의 시간 오프셋 버전이되, 여기서 양수 또는 음수일 수 있는  $\tau$ 는 상기 음향 신호 패턴이 상기 음향 검출기  $M_1$  및  $M_2$  각각에 도달하는 시간 사이의 지연 시간이며,

~~~~~는 시간에 걸친 평균을 표시하는

장치.

#### 청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 프로세서는  $c_s - |\overrightarrow{M_1} - \overrightarrow{M_2}| / \tau_{12} = v^{para}$ 를 계산함으로써 상기 본체에 관련된 상기 속도  $v^{para}$ 를 결정하며,

여기서

$c_s$ 는 음향의 속도이고,

$v^{para}$ 는 상기 본체의 상기 요구된 진행 경로에 평행한 바람 속도의 하나의 성분이고,

$\max\{\phi_{M_1 M_2}(\tau)\} \Rightarrow \tau_{12}$ 는 상기 상호 상관 함수의 최대값을 산출하여 상기 음향 검출기  $M_1$  및  $M_2$ 에 의해 검출되고 있는 음향에 대한 현재의 지연을 표시하는  $\tau$ 의 값이고,

$\overrightarrow{M_1}$ 는 상기 음향 검출기  $M_1$ 이 이동하지 않고 있는 기준 평면에서 상기 본체로부터 상기 음향 검출기  $M_1$ 까지의 거리이며,

$\overrightarrow{M_2}$ 는 상기 기준 평면에서 상기 본체로부터 상기 음향 검출기  $M_2$ 까지의 거리인

장치.

#### 청구항 15

제 1 항에 있어서,

상기 본체에 관련된 상기 속도는 상기 본체의 요구된 이동 경로에 수직인 공기의 속도의 하나의 성분인

장치.

## 청구항 16

제 1 항에 있어서,

$$\phi_{M_2M_3}(\tau) = \frac{\sim \sim \sim \sim \sim \sim}{M_2(t+\tau)M_3(t)}$$

상기 프로세서는  $M_2(t+\tau)M_3(t)$ 의 최대값을 결정하며,

여기서

$M_3(t)$

는 상기 본체의 요구된 진행 방향에 수직인 직선을 따라 위치된 상기 복수의 음향 검출기 중 하나의 음향 검출기  $M_3$ 에 의해 검출된 상기 음원으로부터의 음향 신호 패턴이며 시간 변수  $t$ 는 연속이고,

$M_2(t+\tau)$

는 시간  $t+\tau$ 에서 상기 직선을 따라 위치된 상기 복수의 음향 검출기 중 하나의 음향 검출기  $M_2$ 에 의해 검출된 상기 음향 발생기로부터의 상기 음향 신호 패턴의 시간 오프셋 버전이되, 여기서 양수 또는 음수일 수 있는  $\tau$ 는 상기 음향 신호 패턴이 상기 음향 검출기  $M_2$  및  $M_3$  각각에 도달하는 시간 사이의 지연 시간이며,

~~~~~ 는 시간에 걸친 평균을 표시하는

장치.

## 청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 프로세서는  $c_s - \frac{\overrightarrow{M_2} - \overrightarrow{M_3}}{|\overrightarrow{M_2} - \overrightarrow{M_3}|} \tau_{23} = v^{perp}$ 를 계산함으로써 상기 본체에 관련된 상기 속도  $v^{perp}$ 를 결정하며,

여기서

$c_s$ 는 음향의 속도이고,

$v^{perp}$ 는 상기 본체의 상기 요구된 진행 경로에 수직인 바람 속도의 하나의 성분이고,

$\max\{\phi_{M_2M_3}(\tau)\} = \tau_{23}$ 는 상기 상호 상관 함수의 최대값을 산출하여 상기 음향 검출기  $M_2$  및  $M_3$ 에 의해 검출되고 있는 음향에 대한 현재의 지연을 표시하는  $\tau$ 의 값이고,

$\overrightarrow{M_2}$ 는 상기 음향 검출기  $M_2$ 가 이동하지 않고 있는 기준 평면에서 상기 본체로부터 상기 음향 검출기  $M_2$ 까지의 거리이며,

$\overrightarrow{M_3}$ 는 상기 기준 평면에서 상기 본체로부터 상기 음향 검출기  $M_3$ 까지의 거리인

장치.

## 청구항 18

제 1 항에 있어서,

상기 대기 속도는 상기 복수의 음향 검출기 중 제 1 음향 검출기에서 상기 적어도 하나의 음원 중 제 1 음원으로부터의 음향을 검출하기 위한 시간과 상기 복수의 음향 검출기 중 제 2 음향 검출기에서 상기 음향을 검출하기 위한 시간을 비교함으로써 결정되는

장치.

## 청구항 19

서로 분리되어 위치한 적어도 두 개의 음향 검출기를 사용하여 음원으로부터의 음향 신호를 수신하는 단계,

상기 적어도 두 개의 음향 검출기 각각에서 수신된 바와 같은 상기 신호의 버전 사이에서 적어도 하나의 상관 동작을 수행함으로써 본체에 관련된 속도를 결정하는 단계를 포함하는

방법.

## 명세서

### 기술분야

[0001] 본 발명은 대기 속도(airspeed) 및 공기의 속도(velocity of air)의 측정에 관한 것이다.

### 배경기술

[0002] 주변 공기에 대해 대상, 예를 들어 항공기 또는 다른 차량의 속도를 측정하는 것이 공지되어 있다. 이러한 속도는 대기 속도로 알려져 있다. 대상을 둘러싸는 공기가 대상을 따라 상이한 속도 및/또는 상이한 방향으로 이동할 수 있기 때문에, 대상의 대기 속도가 실제로는 대상의 표면 각각에 대한 국부적인 매개변수(local parameter)라는 것이 주목된다.

[0003] 대기 속도는 전형적으로 피토포관(pitot tube)을 사용하여 측정된다. 불행하게도, 얼음 또는 벌레와 같은 이물질로 막히게 되는 경우에 일어날 수 있는 피토포관의 오작동은 부정확한 대기 속도 판독을 야기할 수 있다. 이러한 잘못된 대기 속도 판독은 인간 판독이든 또는 자동 판독이든지 여부에 무관하게 조종 엔티티를 충돌을 야기하는 부정확한 조치를 취하도록 잘못 유도할 수 있다.

[0004] 대상에 대한 공기의 충격은 종종 대상의 이동에 영향을 미친다. 따라서, 종종 특정 위치에서, 예를 들어 대상의 주변에서 또는 대상의 예상된 경로를 따라 공기의 속도를 아는 것이 중요하다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0005] 발명자는 본체에 관련된 속도가 본 발명의 원리에 따라 음파를 사용하여 정확하게 측정될 수 있다는 것을 인식했다. 본체에 관련된 이러한 속도는 대기 속도, 즉 주변 공기에 대한 본체의 속도일 수 있거나, 본체의 주변에서의 또는 본체의 요구된 경로를 따르는 공기의 속도일 수 있다. 보다 구체적으로, 공기 유동과 동일한 방향으로 진행되는 음향이 공기 유동에 반대 방향으로 진행되는 음향보다 빠르게 진행된다는 사실을 고려함으로써 대기 속도 또는 공기의 속도가 결정될 수 있도록 두 개 이상의 음향의 속력이 상관될 수 있다.

#### 과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 하나의 실시예에서, 항공기 본체 상의 상이한 위치에 놓여 있는, 대체로 엔진의 적어도 하나의 전방



에 그리고 엔진의 적어도 하나의 후방에 존재하도록 위치된 마이크가 엔진 잡음을 수신하며, 엔진 잡음은 나중에 디지털 형태로 변환된다. 대기 속도를 결정하기 위해 수신된 잡음 패턴 사이의 상관관계가 사용될 수 있으며, 대기 속도는 나중에 다른 용도를 위해, 예를 들면 조종사와 같은 인간을 위해 대기 속도를 디스플레이하도록 제공되거나, 또는 항공기 내의 또 다른 디바이스로, 예를 들어 자동 조종 장치로 제공된다. 본 발명의 양태에 따라, 엔진 고장의 경우에 오디오 신호를 제공하기 위해 스피커가 제공될 수 있어서, 심지어 이러한 조건 하에서도 대기 속도가 결정될 수 있다. 본 발명의 또 다른 양태에 따라, 엔진 잡음 또는 스피커 음향이 마이크로 진행할 수 있는 채널이 비선형일 수 있거나, 시간에 따라 변화할 수 있거나, 또는 다중 경로 왜곡(multi-path distortion)을 나타낼 수 있으므로, 정확한 대기 속도에 도달하기 위한 개선된 상관 알고리즘이 수행될 수 있다.

[0007] 본 발명의 또 다른 실시예에서, 마이크가 자동차 또는 트럭과 같은 차량 상에 예를 들어 양측으로 배치된다. 자동차 모터 또는 바람직하게는 스피커와 같은 초음파일 수 있는 음원을 사용하여, 차량에 충격을 주는 공기 돌풍의 차량의 진행 방향에 수직인 성분의 속력이 측정될 수 있다. 적절한 환경 하에서, 횡풍을 보상하고 안전 및 안락함을 향상시키기 위해 스티어링(steering) 또는 서스펜션(suspension)과 같은 자동차 시스템 중 하나 이상의 자동차 시스템에 제어 신호가 제공될 수 있다.

[0008] 본 발명의 또 다른 실시예에서, 항공기 상에서의 바람의 영향을 보다 잘 예상하여 바람이 그러한 영역에 도달할 때 항공기 상의 예상된 힘에 대응하기 위해 적절한 제어가 인가될 수 있도록 항공기의 주변에서, 예를 들어 항공기의 예상된 착륙 경로를 따라 이러한 바람의 속도가 계산될 수 있다. 보다 구체적으로, 본 발명의 이러한 실시예에서, 활주로를 따라 위치된 마이크가 항공기로부터의 엔진 잡음을 수신한다. 마이크에 의해 수신된 잡음 신호는 마이크로부터 멀리 떨어져 위치될 수 있고 심지어 항공기 상에 존재할 수 있는 바람 속도 결정 유닛(wind velocity determining unit)으로 제공될 수 있다. 바람 속도 결정 유닛으로 제공된 잡음 신호는 하나 이상의 유선 또는 무선 링크를 거쳐 제공될 수 있다.

[0009] 바람 속도 결정 유닛은 수신된 음향을 상관시키며, 항공기의 예상된 경로를 따라 다양한 위치에서 바람의 속력을 결정하는데, 예를 들어 바람 속도 결정 유닛은 비행기가 현재의 시간에서 직면하고 있는 윈드 쉬어(wind shear)를 결정한다. 각각의 위치에서의 바람의 속도는 예를 들어 역풍(head wind) 또는 순풍(tail wind)인 대체로 활주로인 항공기의 예상된 경로에 평행한 성분과 대체로 활주로인 항공기의 예상된 경로에 수직인 성분을 포함하는데, 이들 바람은 항공기가 예를 들어 활주로 상에 착륙을 시도할 때 항공기에 타격될 것이다. 가능하게는 항공기의 고도 및/또는 자세는 물론 이러한 정보를 사용하여, 가능하게는 자동 조종 제어 하에서 항공기를 착륙시키는 것을 포함하는 항공기의 이동을 제어하기 위해 자동 조종 시스템이 이용될 수 있다. 열악한 기상 조건에서 또는 항공모함 상에서 이러한 시스템이 유리하게 이용될 수 있다.

[0010] 유리하게는, 피토판의 사용을 제거하면 피토판이 오작동할 때 야기되는 문제가 방지된다.

## 도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 나중에 디지털 형태로 변환될 엔진 잡음을 수신하기 위해 항공기 본체 상의 상이한 위치에 마이크가 놓여 있는 본 발명의 일 실시예를 도시한다.

도 2는 본 발명의 원리에 따라 도 1의 항공기 또는 또 다른 대상의 대기 속도가 계산될 수 있도록 엔진과 마이크의 위치를 수학적으로 표현하는데 사용하기 위해 공기가 이동하지 않는 것으로 정의되는 기준 프레임을 정의하는 좌표계를 도시한다.

도 3은 본 발명의 원리에 따라 대상, 예를 들어 자동차에 충격을 주는 공기의 속도를 결정하기 위한 본 발명의 또 다른 실시예를 도시한다.

도 4는 항공기의 주변에서, 예를 들어 항공기의 예상된 착륙 경로를 따라 바람의 속도가 계산될 수 있는 본 발명의 또 다른 실시예를 도시한다.

도 5는 본 발명의 원리에 따라 대상의 주변에서 대기 속도 또는 바람의 속도를 결정하기 위한 예시적인 배치를 도시한다.

## 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 이하의 설명은 단지 본 발명의 원리를 예시한다. 따라서, 당업자는 비록 본 명세서에서 명시적으로 설명되거나

도시되지 않았더라도 본 발명의 원리를 구현하면서 본 발명의 사상 및 범위 내에 포함되는 다양한 배치를 고안할 수 있을 것이라는 점이 이해될 것이다. 또한, 본 명세서에서 인용된 모든 예 및 조건적인 표현은 주로 종래 기술을 개선하기 위해 발명자에 의해 기여된 본 발명의 원리 및 개념을 독자가 이해하는 데에 도움을 주는 단지 교육적인 목적을 위한 것으로 명확히 의도되며, 이렇게 명시적으로 인용된 예 및 조건에 제한되지 않는 것으로 해석되어야 한다. 더욱이, 본 발명의 원리, 양태, 및 실시예를 인용하는 본 명세서의 모든 서술은 물론 그에 대한 특정 예는 그에 대한 구조적인 균등물 및 기능적인 균등물을 포함하도록 의도된다. 또한, 이러한 균등물이 현재 알려진 균등물은 물론 미래에 개발될 균등물, 즉 구조에 무관하게 동일한 기능을 수행하는 개발될 임의의 구성요소를 포함하도록 의도된다.

[0013] 따라서, 예를 들어, 본 명세서의 임의의 블록 다이어그램은 본 발명의 원리를 구현하는 예시적인 회로의 개념적인 관점을 표현한다는 점이 당업자에 의해 이해될 것이다. 유사하게, 컴퓨터 또는 프로세서가 명시적으로 도시되는 것에 무관하게 컴퓨터 판독 가능 매체 내에 실제로 표현될 수 있어서 컴퓨터 또는 프로세서에 의해 그렇게 실행될 수 있는 다양한 프로세스를 임의의 흐름도, 흐름 다이어그램, 상태 이행 다이어그램(state transition diagram), 유사 부호(pseudocode) 등이 표현한다는 점이 이해될 것이다.

[0014] "프로세서(processors)"로 표시된 임의의 기능적인 블록을 포함하는 도면에 도시된 다양한 구성 요소의 기능은 전용 하드웨어는 물론 적절한 소프트웨어와 함께 소프트웨어를 실행할 수 있는 하드웨어를 사용하여 제공될 수 있다. 프로세서에 의해 제공될 때, 모든 기능은 단일의 전용 프로세서에 의해, 단일의 공유식 프로세서에 의해, 또는 그 중 일부가 공유될 수 있는 복수의 개별적인 프로세서에 의해 제공될 수 있다. 또한, 용어 "프로세서(processor)" 또는 "제어기(controller)"의 명시적인 사용은 소프트웨어를 실행할 수 있는 하드웨어를 배타적으로 지칭하는 것으로 이해되지 않아야 하며 디지털 신호 프로세서(digital signal processor(DSP)) 하드웨어, 네트워크 프로세서, 주문형 집적 회로(application specific integrated circuit(ASIC)), 필드 프로그래밍 가능한 게이트 어레이(field programmable gate array(FPGA)), 소프트웨어를 저장하기 위한 판독 전용 메모리(read-only memory(ROM)), 랜덤 액세스 메모리(random access memory(RAM)), 및 비휘발성 저장소를 제한 없이 암묵적으로 포함할 수 있다. 통상적인 그리고/또는 주문 제작형인 다른 하드웨어도 또한 포함될 수 있다. 마찬가지로, 도면에 도시된 임의의 스위치는 단지 개념적이다. 그들의 기능은 프로그램 로직(program logic)의 동작을 통해, 전용 로직을 통해, 프로그램 제어 및 전용 로직의 상호작용을 통해, 또는 심지어 수동으로 수행될 수 있는데, 특정 기법은 문맥으로부터 보다 구체적으로 이해되는 바와 같이 구현자에 의해 선택될 수 있다.

[0015] 본 명세서의 특허청구범위에서 특정 기능을 수행하기 위한 수단으로서 표현된 임의의 구성 요소는 그러한 기능을 수행하는 임의의 방식을 포함하도록 의도된다. 이러한 구성 요소는 예를 들어 a) 그러한 기능을 수행하는 전기적 또는 기계적 구성 요소들의 조합, 또는 b) 임의의 형태의 소프트웨어를 포함할 수 있는데, 임의의 형태의 소프트웨어는 필요하다면 소프트웨어 제어형 회로(software controlled circuitry)에 결합된 기계적인 구성 요소는 물론 그러한 기능을 수행하는 그러한 소프트웨어를 실행하기 위한 적절한 회로에 조합된 펌웨어, 마이크로코드(microcode) 등을 포함한다. 이러한 특허청구범위에 의해 정의된 바와 같이 본 발명은 다양한 인용 수단에 의해 제공된 기능이 특허청구범위가 요구하는 방식으로 조합되고 합쳐진다는 사실에 있다. 따라서, 출원인은 이들 기능을 제공할 수 있는 임의의 수단을 본 명세서에 도시된 것과 균등한 것으로 간주한다.

[0016] 소프트웨어 모듈 또는 단순히 소프트웨어인 것으로 암시되는 모듈은 본 명세서에서 프로세스 단계 및/또는 텍스트 설명의 성능을 표시하는 흐름도 구성 요소 또는 다른 구성 요소들의 임의의 조합으로 표현될 수 있다. 이러한 모듈은 명시적으로 또는 암묵적으로 도시된 하드웨어에 의해 실행될 수 있다.

[0017] 본 명세서에서 사용된 바와 같이 채널 품질이 다른 소스로부터의 간섭 및 다중 경로와 같은 채널 속성으로부터의 영향을 고려한다는 것을 주목한다.

[0018] 본 명세서에서 달리 명시적으로 특정되지 않는 한 도면은 축척에 따라 도시되지 않는다.

[0019] 상세한 설명에서, 도면 중 상이한 도면에서 동일하게 번호 부여된 컴포넌트는 동일한 컴포넌트를 지칭한다.

[0020] 본 발명의 원리에 따라 본체에 관련된 속도가 음파를 사용하여 정확하게 측정될 수 있다. 본체에 관련된 이러한 속도는 대기 속도, 즉, 주변 공기에 대한 본체의 속도일 수 있거나 본체의 주변에서 또는 본체의 요구된 진행 경로를 따르는 공기의 속도일 수 있다. 보다 구체적으로, 공기 유동과 동일한 방향으로 진행되는 음향이 공기 유동에 반대 방향으로 진행되는 음향보다 빠르게 진행한다는 사실을 고려함으로써 대기 속도 또는 공기의 속도가 결정될 수 있도록 두 개 이상의 음향의 속력이 상관될 수 있다.

[0021] 도 1은 항공기 본체 상의 상이한 위치에 마이크가 놓여 있는 본 발명의 일 실시예를 도시하는데, 마이크는 엔진

잡음을 수신하기 위해 대체로 엔진의 적어도 하나의 전방 및 적어도 하나의 후방에 존재하도록 위치되며, 엔진 잡음은 나중에 디지털 형태로 변환된다. 대기 속도를 결정하기 위해 잡음 패턴 사이의 상관관계가 사용되는데, 대기 속도는 나중에 다른 용도를 위해, 예를 들어 조종사와 같은 인간을 위해 대기 속도를 디스플레이하도록 제공되거나, 또는 자동 조종 장치와 같은 항공기 내의 또 다른 디바이스로 제공된다.

[0022] 보다 구체적으로, 도 1은 항공기(101)를 도시하며, 항공기(101)는 날개(103-L 및 103-R) 및 엔진(105)을 포함하고, 엔진(105)은 엔진(105-1 내지 105-N)을 포함하며, N은 대체로 2 내지 4의 범위에 있다. 비록 엔진(105)이 날개(103) 상에 장착되어 도시되지만, 엔진(105)은 항공기(101) 상의 다른 곳에 배치될 수 있으며, 예를 들어 중앙 후방에 하나의 엔진이 존재할 수 있다는 것을 주목한다. 선택사항인 예시적인 스피커(113-R 및 113-L)도 또한 항공기(101) 상에, 예를 들어 날개(103-R 및 103-L) 상에 각각 배치되어 도시된다.

[0023] 또한, 예시적인 마이크(107-R, 107-L, 109-R, 109-L, 111-R 및 111-L)가 항공기(101) 상에 배치된다. 항공기(101)의 각각의 측부 상의 마이크는 바람직하게는 마이크가 가능한 한 멀리 떨어지도록 위치되어야 한다. 다양한 마이크 중 하나 이상의 마이크는 지향성 마이크(directional microphone)일 수 있다. 비록 마이크를 보호하기 위해 객실 내부에 마이크를 장착하는 것이 바람직하지만, 마이크는 객실 외부에 또는 객실 내부에 동체 상에 장착될 수 있다. 또한, 바람직하게는, 각각의 마이크는 지향성이며, 그러한 마이크에 대한 관심 대상인 음원으로 지향된다. 따라서, 예를 들어, 각각의 마이크(107-R, 109-R 및 111-R)는 엔진(105-1) 쪽으로 지향될 것이다.

[0024] 대체로, 항공기(101)가 동작하는 동안에, 엔진(105)은 엄청난 음향 신호를 생성한다. 이들 신호는 마이크 중 여러 개의 마이크에서 수신되어 처리되며, 결과로 생성되는 전기 신호는 본 발명의 원리에 따라 항공기(101)의 대기 속도를 결정하기 위해 디지털화되고 처리된다. 설명을 명확하게 하기 위해, 항공기(101)의 우측 및 그에 따라 단지 -R 접미어를 가진 마이크만 고려될 것이지만, 항공기(101)의 좌측 및 -L 접미어를 가진 마이크에도 동일한 내용이 필요한 부분만을 수정하여 적용될 것이다.

[0025] 잘 알려진 중첩 원리를 사용하여, 엔진으로부터의 음향의 속도가 하나는 항공기(101)의 길이 방향에 평행하고 나머지 하나는 항공기(101)의 길이 방향에 수직인 두 개의 성분을 갖는 것으로 간주될 수 있다. 대기 속도에 대한 관심 대상인 성분은 항공기(101)의 길이 방향을 따른 성분이다.

[0026] 엔진(105-1)과 각각의 마이크(107-R, 109-R 및 111-R) 사이에 음향 송신을 위한 각각의 베이스 채널이 형성된다. 엔진(105-1)과 마이크(107-R) 사이에서 베이스 채널은  $h_1(t)$ 로 지칭되며, 엔진(105-1)과 마이크(109-R) 사이에서 베이스 채널은  $h_2(t)$ 로 지칭되고, 엔진(105-1)과 마이크(111-R) 사이에서 베이스 채널은  $h_3(t)$ 로 지칭된다. 실제 실행에서, 마이크의 개수는  $k$ 이며,  $k$ 는 적어도 3이어야 한다. 본 명세서에 도시되어 개시된 마이크는 단지 예시적이며 항공기(101)의 양 측부 상에서 동일할 필요는 없다.

[0027] 베이스 채널 응답(base channel response)은 측정 또는 시뮬레이션에 의해 결정될 수 있다. 채널을 측정하는 것은 항공기(101)의 모델을 사용하여, 엔진(105)으로부터의 잡음을 시뮬레이션하기 위해 스피커를 사용하여, 그리고 마이크가 마이크(107-R, 109-R 및 111-R)의 축척 위치(scaled location)에 위치한 상태에서 수행될 수 있다. 비행 중이라는 것을 모방하기 위해 모델은 임의의 표면으로부터 충분히 떨어져 위치되어야 한다. 대안적으로, 항공기(101)의 모든 구조적인 상세 내역을 갖고 있는 항공기(101)를 제작하기 위해 사용했던 컴퓨터 모델을 사용하여 그리고 당업자에게 알려진 방식으로 파동 방정식을 풀어서 시뮬레이션이 수행될 수 있다.

[0028] 어떤 기준 프레임이 이용되는지에 따라, 음향 전파가 상이하게 나타날 수 있다. 초기에 생각될 2 개의 기준 프레임, 즉, 1) 이동하고 있는 항공기(101)에 기반하는 기준 프레임, 및 2) 이동하지 않고 있는 항공기(101) 아래의 지면의 기준 프레임이 존재한다는 것을 주목한다. 또한, 전술된 바와 같이, 항공기(101)가 이동하는 동안에 음향이 전파하는 실제 채널은 항공기(101)가 정지하고 있을 때의 베이스 채널과 동일하지 않으며, 이동하는 동안의 채널은 속도에 따라 달라진다.

[0029] 엔진(105-1)과 마이크(107-R) 사이에서 동작 채널은  $h'_1(t)$ 로 지칭되고, 엔진(105-1)과 마이크(109-R) 사이에서 동작 채널은  $h'_2(t)$ 로 지칭되며, 엔진(105-1)과 마이크(111-R) 사이에서 동작 채널은  $h'_3(t)$ 로 지칭된다. 베이스 채널 응답과 마찬가지로, 동작 채널 응답(operating channel response)은 측정 또는 시뮬레이션에 의해 결정될 수 있다. 채널을 측정하는 것은 항공기(101)의 모델을 사용하여, 엔진(105)으로부터의 잡음을 시뮬레이션하기 위해 스피커를 사용하여 수행될 수 있다. 그러나, 마이크가 마이크(107-R, 109-R 및 111-R)의 축척 위치에 위치한 상태인 대신에, 마이크는 시뮬레이션된 비행 경로를 따라 전방으로 미끄러질 필요가 있다. 이것은, 동

작 중에, 즉 비행기가 이동하고 있을 때, 음향이 생성되었을 때 마이크가 존재했었던 위치보다 음향을 수신하는 마이크의 위치가 이동 경로를 따라 멀리 전방에 존재할 것이기 때문이다. 상이한 속력을 표현하기 위해 초기 위치로부터 다양한 거리의 마이크로부터 샘플을 채취함으로써 테이블이 만들어질 수 있다. 다시, 비행 중이라는 것을 모방하기 위해, 모델은 임의의 표면으로부터 충분히 떨어져 위치되어야 한다.

[0030] 동작 중에, 예를 들어 비행 중에, 각각의 마이크(107-R, 109-R 및 111-R)에서 수신된 신호(S)는 음향 신호가 전파되는 특정 채널에 의해 영향을 받은 바와 같은 엔진(105-1)으로부터의 음향 신호와 예를 들어 엔진(105-N)과 같은 다른 엔진인 다른 소스로부터의 잡음, 풍잡음(wind noise) 등과의 조합이다.

[0031] 도 2는 본 발명의 원리에 따라 제 3 기준 프레임, 즉 도 2에서 소위 "막대 표현(stick representation)"으로 제시되는 항공기(101)(도 1) 또는 또 다른 대상의 대기 속도가 계산될 수 있도록 엔진과 마이크의 위치를 수학적으로 표현하는데 사용하기 위해 공기가 이동하지 않는 것으로 정의되는 기준 프레임을 정의하는 좌표계(201)를 도시한다. 좌표계(201)에서 각각의 위치는 원점(200)으로부터의 벡터로서 표현된다는 것을 주목한다. 이하의 계산을 위해 단지 엔진의 위치와 여러 개의 마이크 사이의 차이만 필요하므로 원점(200)이 어디에 위치되는지를 정의할 필요는 없다.

[0032] 좌표계(201)에서, 계산을 위해, 이하에서 설명되는 바와 같이, 엔진(105-1)의 위치는  $\vec{S}_i$ 로 표기되는데, i는 엔진 중 상이한 엔진을 지칭하기 위한 지수로서 사용될 수 있다. 마찬가지로, 마이크(107-R)의 기준 프레임에서의 위치는  $\vec{M}_1$ 로 표기되며, 마이크(109-R)의 기준 프레임에서의 위치는  $\vec{M}_2$ 로 표기되고, 마이크(111-R)의 기준 프레임에서의 위치는  $\vec{M}_3$ 로 표기된다. 개념적으로, 엔진, 예를 들어 엔진(105-1)이 원점, 즉  $\vec{S}_i = (0, 0, 0)$ 에 위치되도록 항공기가 위치된다고 간주될 수 있다.

[0033] 마이크는 각각의 엔진(105)으로부터 항공기의 특정 측부 상의 각각의 마이크까지의 각각의 벡터가 평행하지 않도록 위치되어야 한다. 항공기가 공기를 통해 이동하고 있어서 기준 평면 내에서 이동하고 있을 때, 엔진으로부터 각각의 마이크까지의 거리 벡터가 일정하게 유지되지만 엔진으로부터 각각의 마이크까지의 음향의 속도 벡터가 기준 평면 내에서 엔진으로부터 마이크까지의 거리 벡터와 동일하지 않다는 것을 또한 주목한다.

[0034] 설명 및 계산을 용이하게 하기 위해, 각각의 마이크에는 1부터 항공기(101)의 하나의 측부 상의 최대 개수의 마이크까지의 참조 부호가 부여된다. 따라서, 예를 들어, 마이크(107-R)는 마이크 1로 표기되며, 신호  $n_1$ 을 수신

하고,  $\vec{M}_1$ 에 의해 명시된 좌표계(201) 내의 위치를 갖는다. 마찬가지로, 마이크(109-R)는 마이크 2로 표기되며, 신호  $n_2$ 을 수신하고,  $\vec{M}_2$ 에 의해 명시된 좌표계(201) 내의 위치를 갖는다. 마찬가지로, 마이크(111-R)는 마이크 3으로 표기되며, 신호  $n_3$ 을 수신하고,  $\vec{M}_3$ 에 의해 명시된 좌표계(201) 내의 위치를 갖는다.

[0035] 본 발명의 원리에 따라, 공기 내에서, 즉 항공기 주위의 공기에 대한 항공기의 속력은 다음과 같이 발견될 수 있다. 시간  $t_0$ 에서, 마이크(107-R)는 위치  $\vec{M}_1$ 에 위치되며, 마이크(109-R)는 위치  $\vec{M}_2$ 에 위치되고, 엔진(105)은 위치  $\vec{S}_i$ 에 존재한다. 항공기는 기준 평면 내에서, 즉 공기에 대해 속도  $\vec{v}_p$ 로 이동하고 있다. 상이한 쌍의 마이크 위치 사이에서 잡음 패턴의 도달 시간 차이를 결정하는 것이 바람직하다.

[0036] 세 개인 최소 개수의 마이크를 가진 상태에서, 모든 쌍들의 마이크가 이용되어야 한다. 더 많은 마이크를 가진 상태에서, 모든 쌍을 이용하는 것이 바람직하지만, 세 개의 마이크를 위해 이용 가능한 쌍만큼을 갖는 쌍의 부분집합이 선택될 수 있다. 대체로, 더 많은 마이크가 이용 가능하며 더 많은 쌍이 사용될수록, 대기 속도 측정



이 평균적으로 더 정확해질 것이다.

[0037] 예를 들어, 각각의 특정 쌍의 마이크에 대해,  $\tau$ 의 지연을 갖는 여러 개의 마이크 쌍들 사이의 검출된 잡음 패턴의 상호 상관  $\phi_{n_e n_l}(\tau)$ 의 최대값을 계산함으로써 도달 시간 차이가 결정될 수 있다. 다시 말해서, 계산을 위해 이용되고 있는 전술된 바와 같이 지칭되는 마이크 중 여러 개의 마이크를 지칭하기 위해 사용되는 변수로서  $e$  및  $l$ 을 사용하여,  $e = 1$  내지 이용되는 마이크의 개수인 경우에,  $l = 1$  내지 이용되는 마이크의 개수인 경우에, 그리고  $e \neq l$ 인 경우에,

$$\phi_{n_e n_l}(\tau) = \frac{\sum_{t=0}^{T-\tau} n_e(t+\tau) n_l(t)}{T-\tau} \quad (1)$$

[0039] 의 최대값을 발견하며, 즉

$$\max \{ \phi_{n_e n_l}(\tau) \} \Rightarrow \tau_{\max}$$

[0041] 여기서

[0042]  $\tau_{\max}$ 는 상호 상관 함수의 최대값을 산출하여 두 개의 마이크에 의해 검출되고 있는 엔진으로부터의 음향에 대한 현재의 지연을 표시하는  $\tau$ 의 값이고,

[0043]  $n_l(t)$ 는 마이크  $l$ 에 의해 검출된 잡음 패턴이고, 시간 변수  $t$ 는 연속이어서, 시간 의존형인 잡음 패턴이 존재하고,

[0044]  $n_e(t+\tau)$ 는 시간  $t+\tau$ 에서 마이크  $e$ 에 의해 검출된 지연된 또는 전진된 잡음 패턴이고, 양수 또는 음수일 수 있는  $\tau$ 는 각각의 마이크 쌍에서 동일한 패턴이 도달하는 시간 사이의 지연 시간이며, 이것은 이론적으로는 음의 무한수로부터 양의 무한수까지의 범위를 가지지만, 실제로는 0으로부터 음향이 최대 속도로 항공기(101)의 길이를 진행하는데 걸리는 시간까지로 한정되며,

[0045] ~~~~~는 시간에 걸친 평균을 의미하되, 여기서 평균을 위한 시간 윈도우(time window)는 캡처된 잡음 신호의 대역폭에 역비례하여 변화할 수 있다. 예를 들어, 수 밀리초의 윈도우가 충분해야 한다. 이것은 그렇지 않으면 상관을 위해 명시되었어야 했을 통합을 고려한다.

[0046] 다시 말해서, 개념적으로,  $\tau_{\max}(e, l) = t_e - t_l$ 인데,  $t_e$ 는 마이크  $e$ 에서 엔진으로부터의 신호의 도달 시간이며,  $t_l$ 는 마이크  $l$ 에서 엔진으로부터의 신호의 도달 시간이다.

[0047] 전술된 설명이 본 명세서에서 설명된 바와 같은 처리를 위해 사용되는 잡음 신호의 표현을 개선하기 위한 각각의 마이크에서의 신호의 디지털화가 각각의 마이크에 대해 특히 디지털 경로에 의해 유도된 지연에 대하여 본질적으로 동일하다는 것을 가정한다는 것을 당연히 주목한다. 그렇지 않으면, 디지털화에서 지연 차이가 고려되어야 한다.

[0048] 각각의 마이크  $e$ 가 전술된 바와 같이 1부터 마이크의 개수까지의 범위를 갖는 각각의 마이크  $e$ 에 대해, 우리는 방정식

$$\left| \overrightarrow{M_e - S_i} + (t_e - t_0) \overrightarrow{v_p} \right| = \left| \overrightarrow{c_s} (t_e - t_0) \right| \quad (2)$$

[0050] 을 공식화하며,

[0051] 여기서

$$[0052] \quad t_e = \tau_{\max}(e, l) + t_l \text{ 이고,}$$

[0053]  $\vec{M_e}$ 는  $t_0$ 에서 기준 프레임의 원점으로부터 마이크  $e$ 의 위치까지의 벡터이며,  $t_0$ 는 마이크  $e$ 에서 수신된 잡음이 생성되었을 때의 시간이고,

[0054]  $\vec{v_p}$ 는 공기에 대한 항공기의 속도, 즉 동체를 따라 좌표계(201)에서의 대기 속도이며, 그러한 속도의 절대값이 우리가 구하는 변수이고,

[0055]  $\vec{S_i}$ 는 기준 프레임의 원점으로부터 잡음 소스, 예를 들어 엔진(105-R) 또는 선택사양인 스피커(113-R)의 위치까지의 벡터이고,

[0056]  $\vec{c_s}$ 는 기준 프레임에서 미지수인 음향의 속도이며, 음향의 속도는 공기압, 온도, 습도 등과 같은 다양한 인자에 기반하지만 대기 속도를 결정하기 위해 궁극적으로 알려질 필요는 없는데, 왜냐하면 그 값은 방정식에서 다

른 인자로 표현될 수 있으며 적절하게 대입하는 경우에  $\vec{c_s}$ 의 값이 제거되기 때문이며,

[0057]  $t_e - t_0$ 는 음향이 음원으로부터 마이크  $e$ 까지 진행하는데 걸리는 시간이며, 따라서  $|\vec{c_s}|(t_e - t_0)$ 은 간격

$t_e - t_0$  동안에 음향이 실제로 진행하는 거리이다.

[0058]  $l$ 이 변화할 때,  $\tau_{\max}(e, l)$ 가 변화하며, 따라서  $t_e$ 의 값이 동일하게 유지된다는 것을 주목한다. 전술된

바와 같이, 단지 차이  $\vec{M_e} - \vec{S_i}$ 만 요구되며, 따라서 기준 프레임의 원점의 상세한 위치를 알 필요가 없다는 것도 또한 주목한다.

[0059]  $\vec{v_p}$ 를 발견하기 위해, 방정식 (2)에 의해 표현된 한 세트의 연립 방정식에 대한 해가 발견된다. 해를 결정하기 위한 임의의 방법이 이용될 수 있다. 예를 들어, 울프램 리서치(Wolfram Research)

<http://www.wolfram.com/> 으로부터 상업적으로 이용 가능한 매스매티카(Mathematica®) 8의 파인드루트(FindRoot) 명령의 기법을 사용하여 연립 방정식에 대한 수치 해법을 찾을 수 있다. 대안적으로, IEEE Transactions On Systems, Man, And Cybernetics - Part A: Systems And Humans, Vol. 38, No. 3, 2008년 5월, pp. 698-714에 공개된 크리나 그로산(Crina Grosan) 및 아지스 아브라함(Ajith Abraham)에 의한 '비선형 방정식 시스템을 풀기 위한 새로운 접근(A New Approach for Solving Nonlinear Equations Systems)'에 개시된 다양한 기법 중 하나의 기법을 이용할 수 있다.

[0060] 엔진과 각각의 마이크 사이의 채널은 채널을 따르는 온도의 차이 및 동체로부터의 반사와 같은 다양한 채널 효과를 경험한다. 낮은 주파수의 음향은 보다 전방향성(omnidirectional)인 방식으로 전파되는 경향이 있는 반면, 보다 높은 주파수의 음향은 특히 음향이 통과할 수 있는 개구를 고려하면서 보다 집중된 방식으로 전파되는 경향이 있다. 제트 엔진은 낮고 높은 대체로 많은 주파수에서 음향을 생성하며, 이들 음향은 엔진의 구조 및 주파수의 함수인 패턴으로 방사된다. 엔진 음향 방사 특성이 보다 고차원인 나머지 채널 효과를 지배하므로, 각각의 마이크에 도달하는 음향 패턴은 매우 유사하기는 하지만 심지어 이러한 채널 효과를 고려한 후에도 시간에서의 지연을 제외하고는 정확히 동일할 필요는 없다.

[0061] 그러므로, 본 발명의 양태에 따라 각각의 지연 최대값을 보다 정확하게 발견하기 위해 이러한 엔진 음향 방사 특성을 보상하는 것이 바람직하다. 본 발명의 양태에 따라, 이것은 음원으로부터 마이크까지의 채널의 역 채널 함수(inverse channel function)를 발견함으로써 달성될 수 있다.

[0062] 역 채널 함수는

$$[0063] \quad n_e(t) = h_e(\vec{v_p}, t) * s_n(t)$$

로 표현될 수 있는데,

[0064]  $s_n(t)$  는 음원에 의해 생성된 잡음이며,

[0065]  $h_e(\vec{v_p}, t)$  는 시간  $t$ 에서 마이크  $e$ 에 대한 채널 전달 함수(channel transfer function)이고,  $e$ 는 1로부터 마이크의 개수까지의 범위를 가질 수 있으며,

[0066]  $*$ 는 컨볼루션(convolution)이고,

[0067]  $n_e(t)$  는 방정식 1에서 분석을 위해 사용된 잡음 패턴이다.

[0068] 채널 전달 함수는 우리가 궁극적으로 구하는 변수인 공기에 대한 항공기의 속도  $\vec{v_p}$ , 즉 좌표계(201)에서의 대기 속도에 약하게 의존한다는 것을 주목한다.

[0069] 도 3은 마이크(307-R 및 307-L)가 자동차 또는 트럭과 같은 차량(301) 상에 예를 들어 양측으로 배치된 본 발명의 또 다른 실시예를 도시한다. 마이크가 차량(301)의 전면을 따라, 바람직하게는 도시된 방식으로 가능한 한 각각의 측부 모서리에 가깝게 위치되는 것이 바람직하다. 차량 모터(차량 모터가 차량(301) 내부에, 예를 들어 후드(hood) 아래에 존재하므로 보이지 않음) 또는 바람직하게는 스피커(313)와 같은 초음파일 수 있는 음원을 사용하여, 차량에 충격을 주는 공기 돌풍, 즉 횡풍(side wind)의 차량의 진행 방향에 수직인 성분의 속력이 측정될 수 있으며, 적절한 환경 하에서, 이러한 횡풍을 보상하고 안전 및 안락함을 향상시키기 위해 스티어링 또는 서스펜션과 같은 자동차 시스템 중 하나 이상의 자동차 시스템에 제어 신호가 제공될 수 있다.

[0070] 차량에 충격을 주는 돌풍을 결정하기 위해 이용된 기준 프레임은 종래와 같으며, 즉 공기가 이동하지 않는 것으로 정의된 기준 프레임이다. 따라서, 개념적으로, 원점은 돌풍의 분자 상에 위치하고 있다. 전술된 대기 속도

경우에 유사하게, 계산하기 위해, 전술된 바와 같이 스피커(313)의 위치는  $\vec{S_s}$ 로 표기된다. 또한, 마찬가지로,

마이크(307-R)의 기준 프레임 내의 위치는  $\vec{M_R}$ 로 표기되며, 마이크(307-L)의 기준 프레임 내의 위치는

$\vec{M_L}$ 로 표기된다. 개념적으로, 스피커(313)가 기준 프레임 내의 원점, 즉  $\vec{S_s} = (0, 0, 0)$ 에 위치되도록 차량이 위치된다고 간주될 수 있다.

[0071] 본 발명의 원리에 따라 차량에 충격을 주는 공기 돌풍의 차량의 진행 경로에 수직인 성분의 속력은 다음과 같이 발견될 수 있다. 시간  $t_0$ 에서, 마이크(307-R)는 위치  $\vec{M_R}$ 에 위치되고, 마이크(307-L)는 위치

치되며, 스피커(313)는 위치  $\vec{S_s}$ 에 존재한다. 차량 주변이 기준 평면 내에서 속도  $\vec{v_p}$ 로 이동하고 있다. 여러 쌍의 마이크 위치 사이에서 잡음 패턴의 도달 시간 차이를 결정하는 것이 바람직하다. 한 쌍의 마이크

(307)에 대해,  $\tau$ 의 지연을 갖는 마이크들 사이의 검출된 잡음 패턴의 상호 상관  $\phi_{n_L n_R}(\tau)$ 의 최대값을 계산함으로써 도달 시간 차이가 결정될 수 있다. 다시 말해서,

$$\phi_{n_L n_R}(\tau) = \frac{\sim \sim \sim \sim \sim \sim}{n_L(t+\tau)n_R(t)}$$

[0072]

[0073] 의 최대값을 발견하며, 즉

$$\max \{ \phi_{n_L n_R}(\tau) \} = \tau_{\max}$$

[0074]

[0075] 여기서

[0076]  $\tau_{\max}$  는 상호 상관 함수의 최대값을 산출하여 두 개의 마이크에 의해 검출되고 있는 엔진으로부터의 음향에 대한 현재의 지연을 표시하는  $\tau$  의 값이고,

[0077]  $n_L(t)$  는 마이크(307-L)에 의해 검출된 잡음 패턴이고, 시간 변수  $t$  는 연속이어서, 시간 의존형인 잡음 패턴이 존재하고,

[0078]  $n_R(t+\tau)$  는 시간  $t+\tau$  에서 마이크(307-R)에 의해 검출된 지연된 또는 전진된 잡음 패턴이며, 양수 또는 음수일 수 있는  $\tau$  는 각각의 마이크 쌍에 동일한 패턴이 도달하는 시간 사이의 지연 시간이며, 이것은 이론적으로는 음의 무한수로부터 양의 무한수까지의 범위를 가지지만, 실제로는 0으로부터 음향이 차량(301)의 폭을 음향의 속도로 나눈 값만큼 차량의 최대 속도로 진행하는데 걸리는 시간까지로 한정되며,

[0079] ~~~~~ 는 시간에 걸친 평균을 의미하되, 여기서 평균을 위한 시간 윈도우는 캡처된 잡음 신호의 대역폭에 역비례하여 변화할 수 있다. 예를 들어, 수 밀리초의 윈도우가 충분해야 한다. 이것은 그렇지 않았으면 상관을 위해 명시되었어야 했을 통합을 고려한다.

[0080] 다시 말해서, 개념적으로,  $\tau_{\max}(L,R) = t_L - t_R$  이되, 여기서  $t_L$  는 마이크(307-L)에서 스피커(313)로부터의 신호의 도달 시간이며,  $t_R$  는 마이크(307-R)에서 스피커(313)로부터의 신호의 도달 시간이다.

[0081] 전술된 설명이 본 명세서에서 설명된 바와 같은 처리를 위해 사용되는 잡음 신호의 표현을 개선하기 위한 각각의 마이크에서의 신호의 디지털화가 각각의 마이크에 대해 특히 디지털 경로에 의해 유도된 지연에 대하여 본질적으로 동일하다는 것을 가정한다는 것을 당연히 주목한다. 그렇지 않으면, 디지털화에서 지연 차이가 고려되어야 한다.

[0082] 다음의 방정식

$$|\overrightarrow{M_L} - \overrightarrow{S_s} + (t_L - t_0)(\overrightarrow{v_p} + \overrightarrow{v_v})| = |\overrightarrow{c_s}|(t_L - t_0) \quad (3)$$

[0083]

$$|\overrightarrow{M_R} - \overrightarrow{S_s} + (t_R - t_0)(\overrightarrow{v_p} + \overrightarrow{v_v})| = |\overrightarrow{c_s}|(t_R - t_0) \quad (4)$$

[0084]

[0085] 을 공식화하며,

[0086] 여기서

$$t_L = \tau_{\max}(L,R) + t_R$$

[0087]

[0088]  $\overrightarrow{M_L}$  는  $t_0$  에서 기준 프레임의 원점으로부터 마이크(307-L)의 위치까지의 벡터이며,  $t_0$  는 마이크(307-



L)에서 수신된 잡음이 생성되었을 때의 시간이고,

[0089]  $\vec{M_R}$ 는  $t_0$ 에서 기준 프레임의 원점으로부터 마이크(307-R)의 위치까지의 벡터이며,  $t_0$ 는 마이크(307-R)에서 수신된 잡음이 생성되었을 때의 시간이고,

[0090]  $\vec{v_P}$ 는 차량에 충격을 주는 공기 돌풍의 지면에 대한 속도이고,

[0091]  $\vec{v_V}$ 는 지면에 대한 차량의 속도이고,

[0092]  $\vec{S_s}$ 는 기준 프레임의 원점으로부터 잡음 소스, 예를 들어 스피커(313)의 위치까지의 벡터이고,

[0093]  $|\vec{c_s}|$ 는 공기 내에서 음향의 속력인데, 횡풍(side wind)을 결정하기 위해, 초당 340미터인 공기를 통한 통상적으로 받아들여지는 음향의 속력이 비록 추가적인 정확성이 요구되는 경우에 실제의 고도 및 기상 조건에 대한 조정이 수행될 수 있다 하더라도 지상 고도 및 전형적인 기상 조건을 맞추기에는 일반적으로 충분히 정확하다고 가정되고,

[0094]  $t_L - t_0$ 는 음향이 음원으로부터 마이크(307-L)까지 진행하는데 걸리는 시간이어서,  $|\vec{c_s}|(t_L - t_0)$ 은 간격  $t_L - t_0$  동안에 음향이 실제로 진행하는 거리이며,

[0095]  $t_R - t_0$ 는 음향이 음원으로부터 마이크(307-R)까지 진행하는데 걸리는 시간이어서,  $|\vec{c_s}|(t_R - t_0)$ 은 간격  $t_R - t_0$  동안에 음향이 실제로 진행하는 거리이다.

[0096]  $\vec{v_P}$ 를 발견하기 위해, 방정식 (3) 및 (4)에 의해 표현된 한 세트의 연립 방정식에 대한 해가 발견된다. 해를 결정하기 위한 임의의 방법이 이용될 수 있다. 예를 들어, 울프램 리서치(Wolfram Research) <http://www.wolfram.com/> 으로부터 상업적으로 이용 가능한 매스매티카(Mathematica®) 8의 파인드루트(FindRoot) 명령의 기법을 사용하여 연립 방정식에 대한 수치 해법을 찾을 수 있다. 대안적으로, IEEE Transactions On Systems, Man, And Cybernetics - Part A: Systems And Humans, Vol. 38, No. 3, 2008년 5월, pp. 698-714에 공개된 크리나 그로산 및 아지스 아브라함에 의한 '비선형 방정식 시스템을 풀기 위한 새로운 접근(A New Approach for Solving Nonlinear Equations Systems)'에 개시된 다양한 기법 중 하나의 기법을 이용할 수 있다.

[0097] 도 4에 도시된 본 발명의 또 다른 실시예에서, 항공기 상에서의 바람의 영향을 보다 잘 예상하여 바람이 그러한 영역에 도달할 때 항공기 상의 예상된 힘에 대응하기 위해 적절한 제어가 인가될 수 있도록 항공기의 주변에서, 예를 들어 항공기의 예상된 착륙 경로를 따라 이러한 바람의 속도가 계산될 수 있다. 보다 구체적으로, 도 4는 항공기(401)로부터 잡음을, 예를 들어 엔진(405)으로부터의 잡음을 또는 항공기(401) 상에 장착된 스피커(도시되지 않음)로부터의 잡음을 수신하기 위해 활주로(421)를 따라 위치된 적어도 마이크 그룹(407, 409 및 411)을 포함하는 마이크의 그룹을 도시한다. 대체로, 각각의 마이크 그룹은 세 개의 마이크로 구성되는데, 세 개의 마이크 중 두 개의 마이크의 위치가 활주로(421)에 평행한 선분을 형성하도록, 그리고 세 번째 마이크의 위치가 세 번째 마이크로부터 나머지 두 개의 마이크 중 하나의 마이크까지의 선분이 활주로(421)에 수직하도록 마이크가 배열된다. 예를 들어, 마이크 그룹(407-M1, 407-M2 및 407-M3)을 포함하는 마이크 그룹(407)을 참조하자. 마이크 그룹(407-M1 및 407-M2)의 위치를 연결하는 것은 활주로(421)에 평행한 선분을 형성하며, 마이크 그룹(407-M2 및 407-M3)의 위치를 연결하는 것은 활주로(421)에 수직인 선분을 형성한다. 마찬가지로, 마이크 그룹(409-M1', 409-M2' 및 409-M3')을 포함하는 마이크 그룹(409)과 마이크 그룹(411-M1", 411-M2" 및 411-M3")을

포함하는 마이크 그룹(411)의 마이크가 도 4에 도시된 방식으로 배열된다.

[0098] 마이크에 의해 수신된 잡음 신호는 마이크로로부터 떨어져 위치될 수 있고 심지어 항공기(401) 상에 존재할 수 있는 바람 속도 결정 유닛으로 제공된다. 바람 속도 결정 유닛으로 제공된 잡음 신호는 하나 이상의 유선 또는 무선 링크를 거쳐 제공될 수 있다. 바람 속도 결정 유닛은 수신된 음향을 상관시키며, 항공기의 예상된 경로를 따라 다양한 위치에서 바람의 속도를 결정하는데, 예를 들어 바람 속도 결정 유닛은 비행기가 현재의 시간에서 직면하고 있는 윈드 쉬어(wind shear)를 결정한다. 각각의 위치에서의 바람의 속도는 예를 들어 역풍(head wind) 또는 순풍(tail wind)인 대체로 활주로인 항공기의 예상된 경로에 평행한 성분과 예를 들어 횡풍(side wind)인 대체로 활주로인 항공기의 예상된 경로에 수직인 성분을 포함한다. 이들 바람은 예를 들어 활주로(421) 상에 착륙을 시도하는 것과 같이 항공기가 그 경로를 따라 진행할 때 항공기에 닥치게 될 것이다.

[0099] 바람 속도 결정 유닛은 다음과 같이 동작한다. 항공기(401)가 예를 들어 마이크 그룹(407, 409 및 411)인 특정 관심 대상인 마이크 그룹으로부터 충분히 멀리 떨어져 있어서, 항공기(401)로부터 전파되는 음향이 평면파로 취급될 수 있다고, 즉 음파의 동위상면(phase front)이 다소 평탄하다는 것을 가정하는 근사(approximation)를 사용하여 취급될 수 있다고 가정된다. 그룹 내의 마이크들 사이의 간격이 상대적으로 작을 때 이러한 근사가 더 정확하다는 것을 주목한다.

[0100] 기준 평면은 마이크와 활주로(421)가 이동하지 않는 평면이다.  $\vec{M_1}$ 은 항공기(401)로부터 마이크(407-M1)까지의 기준 평면 내에서의 거리이고,  $\vec{M_2}$ 은 항공기(401)로부터 마이크(407-M2)까지의 기준 평면 내에서의 거리이며,  $\vec{M_3}$ 은 항공기(401)로부터 마이크(407-M3)까지의 기준 평면 내에서의 거리이다. 벡터  $\vec{M_1}$ ,  $\vec{M_2}$ , 및  $\vec{M_3}$ 은 실제로 결정될 필요는 없다. 이것은 단지 명시된 차이가 계산에만 관련되며 이들 차이가 마이크 사이의 간격을 측정함으로써 결정될 수 있기 때문이다.

[0101] 활주로(421)를 따라 거의 마이크 그룹(407)의 위치에서 활주로(421)에 평행한 바람 속도 성분은 마이크(407-M1 및 407-M2)를 사용하여 결정된다.  $\tau$ 의 지연을 갖는 마이크(407-M1 및 407-M2)들 사이의 검출된 잡음 패턴의

상호 상관  $\phi_{M_1 M_2}(\tau)$ 의 최대값을 계산함으로써 마이크(407-M1 및 407-M2)에서 항공기(401)로부터의 음향 패턴의 도달 시간 차이가 결정될 수 있다. 다시 말해서,

$$\phi_{M_1 M_2}(\tau) = \frac{\int_{-\infty}^{\infty} M_1(t+\tau)M_2(t) dt}{\int_{-\infty}^{\infty} M_1(t)M_2(t) dt} \quad (5)$$

[0102]의 최대값을 발견하며, 즉

$$\max \{ \phi_{M_1 M_2}(\tau) \} = \tau_{12}$$

[0104]을 발견하며,

[0105] 여기서

[0106] ~~~~~ 는 시간에 걸친 평균을 의미하되, 여기서 평균을 위한 시간 윈도우는 캡처된 잡음 신호의 대역폭에 역비례하여 변화할 수 있다. 예를 들어, 수 밀리초의 윈도우가 충분해야 한다. 이것은 그렇지 않았으면 상관을 위

해 명시되었어야 했을 통합을 고려한다.  $\tau_{12}$ 는 상호 상관 함수의 최대값을 산출하여 두 개의 마이크(407-M1 및 407-M2)에 의해 검출되고 있는 엔진으로부터의 음향에 대한 현재의 지연을 표시하는  $\tau$ 의 값이라는 것을 주목한다.

[0107] 다음에,  $c_s - |\vec{M_1} - \vec{M_2}| / \tau_{12} = v^{para}$ 를 계산함으로써 바람 속도의 평행 성분  $v^{para}$ 이 결정되되, 여기

서  $c_s$ 는 음향의 속도를 표현한다. 이러한 특정 애플리케이션인 경우에, 활주로에 인접한 음향의 속도가 관심 대상이며,  $c_s$ 는 대체로 340 m/s의 값으로 잘 근사된다.

[0108] 활주로(421)를 따라 거의 마이크 그룹(407)의 위치에서 활주로(421)에 수직인 바람 속도 성분은 마이크(407-M2 및 407-M3)를 사용하여 결정된다.  $\tau$ 의 지연을 갖는 마이크(407-M2 및 407-M3)들 사이의 검출된 잡음 패턴의

상호 상관  $\phi_{M_2 M_3}(\tau)$ 의 최대값을 계산함으로써 마이크(407-M2 및 407-M3)에서 항공기(401)로부터의 음향 패턴의 도달 시간 차이가 결정될 수 있다. 다시 말해서,

$$\phi_{M_2 M_3}(\tau) = \frac{\sim \sim \sim \sim \sim \sim}{M_2(t+\tau)M_3(t)} \quad (5)$$

[0109]

[0110]의 최대값을 발견하며, 즉

$$\max \{ \phi_{M_2 M_3}(\tau) \} = \tau_{23}$$

[0111]

을 발견하며,

[0112] 여기서

[0113] ~~~~~ 는 시간에 걸친 평균을 의미하되, 여기서 평균을 위한 시간 윈도우는 캡처된 잡음 신호의 대역폭에 역비례하여 변화할 수 있다. 예를 들어, 수 밀리초의 윈도우가 충분해야 한다. 이것은 그렇지 않았으면 상관을 위

해 명시되었어야 했을 통합을 고려한다.  $\tau_{23}$ 는 상호 상관 함수의 최대값을 산출하여 두 개의 마이크(407-M2 및 407-M3)에 의해 검출되고 있는 엔진으로부터의 음향에 대한 현재의 지연을 표시하는  $\tau$ 의 값이라는 것을 주목한다.

[0114] 다음에,  $c_s - \frac{|\vec{M_2} - \vec{M_3}|}{\tau_{23}} = v^{perp}$ 를 계산함으로써 바람 속도의 수직 성분  $v^{perp}$ 이 결정된다.

[0115] 이미 언급된 바와 같이, 전술된 설명이 본 명세서에서 설명된 바와 같은 처리를 위해 사용되는 잡음 신호의 표현을 개선하기 위한 각각의 마이크에서의 신호의 디지털화가 각각의 마이크에 대해 특히 디지털 경로에 의해 유도된 지연에 대하여 본질적으로 동일하다는 것을 가정한다는 것을 당연히 주목한다. 그렇지 않으면, 디지털화에서 지연 차이가 고려되어야 한다.

[0116] 일부 마이크 또는 모든 마이크가 항공기가 접근하고 있는 방향 상에서의, 예를 들어 특정 마이크에 연관된 각각

의 벡터  $\vec{M_1}$ ,  $\vec{M_2}$ , 및  $\vec{M_3}$ 의 반대 방향으로의 음향의 수신에 집중하도록 설계되었다는 점에서 지향성일 수 있다.

[0117] 계산을 수행하는데 있어서 마이크 그룹(407) 내의 비슷하게 위치된(like-located) 마이크를 위해 그룹 내의 특정 마이크의 용도가 대체되면서 동일한 기법을 사용하여 그들 각각의 위치에서 바람 성분을 결정하기 위해 활주로를 따라 상이한 위치에 배치된 다른 마이크 그룹, 예를 들어 마이크 그룹(409 및 411)이 사용될 수 있다. 따라서, 항공기의 예상된 경로를 따르는, 예를 들어 활주로(421) 아래로의 바람 속도가 결정될 수 있다.

[0118] 인간에 의한, 예를 들어 조종사에 의한 인지를 위해 바람 정보가 디스플레이될 수 있다. 또한, 가능하게는 항공기의 고도 및/또는 자세는 물론 이러한 정보를 사용하여, 가능하게는 자동 조종 제어 하에서 항공기를 착륙시키는 것을 포함하는 항공기의 이동을 제어하기 위해 자동 조종 시스템이 이용될 수 있다. 항공기 착륙을 돕기 위해 열악한 기상 조건에서 또는 항공모함 상에서 이러한 시스템이 유리하게 이용될 수 있다.

[0119] 도 5는 본 발명의 원리에 따라 대상, 예를 들어 차량의 주변에서 대기 속도 또는 바람의 속도를 결정하기 위한 예시적인 배치를 도시한다. 프로세서(523), 마이크(507-1 내지 507-N)를 포함하는 마이크(507), 및 스피커(513)가 도 5에 도시되어 있다. 마이크(507)는 도 1 내지 도 4를 참조하여 도시되고 설명된 본 발명의 실시예

에서 이용되는 임의의 마이크를 대표한다. 마이크(507)는 마이크에서 수신된 음향을 디지털화하기 위한 임의의 회로를 포함한다고 또한 간주될 수 있다. 마찬가지로, 스피커(513)는 도 1 내지 도 4를 참조하여 도시되고 설명된 본 발명의 실시예에서 이용되는 임의의 스피커를 대표한다.

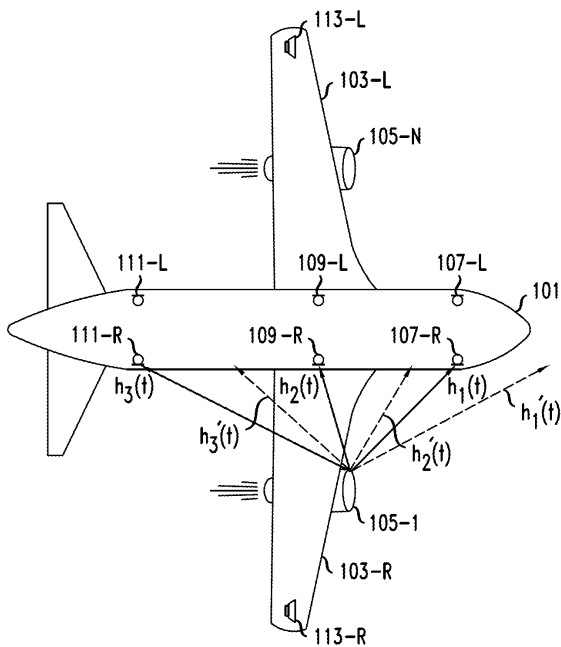
[0120] 링크(519)는 마이크(507)를 프로세서(523)에 결합시킨다. 링크(519)는 임의의 유형, 예를 들어 유선, 무선, 광학, 또는 이들의 임의의 조합일 수 있으며, 링크(519)에 의해 이송된 신호는 아날로그 또는 디지털 또는 이들의 임의의 조합일 수 있다. 논의된 바와 같이, 마이크(507)에 의해 검출된 음향 신호의 디지털화는 마이크(507)에서 수행될 수 있거나, 링크(519)의 일부로서, 프로세서(523)에서, 또는 이들의 조합에서 수행될 수 있다.

[0121] 프로세서(523)는 적절하게 프로그래밍될 때 도 1 내지 도 4에 관련하여 도시되고 설명된 본 발명의 실시예에서 이용되는 동작 및 계산을 수행한다. 결정된 속도는 링크 상의 출력(527)으로서 제공될 수 있다. 앞에서 표시된 바와 같이, 속도는 디스플레이로 제공될 수 있어서 시각적인 표현이 인간, 예를 들어 운전자 또는 조종사에 의해 관찰될 수 있거나, 속도가 속도에 관련된 자동차를 제어하는데 사용하도록 자동 조종 장치로 제공될 수 있다.

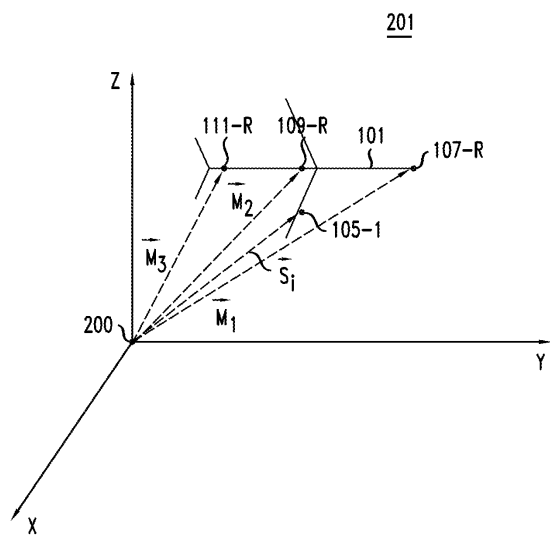
[0122] 전술한 설명이 공기를 기초로 하지만, 당업자는 본 발명의 원리를 다른 기체, 또는 음향 및 본체가 관통하여 진행할 수 있는 다른 매체, 예를 들어 일반적으로는 액체 및 특히 관심 대상인 물 및 수성 용액에 용이하게 적용할 수 있을 것이다.

## 도면

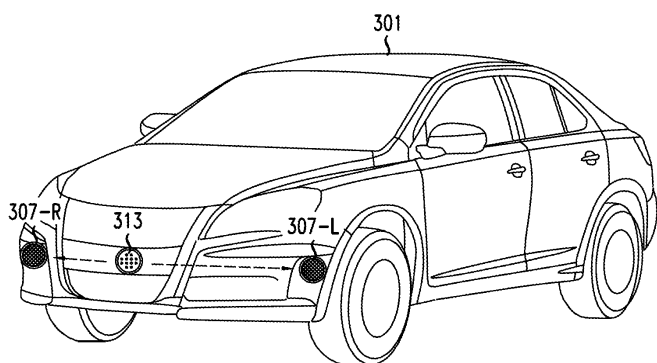
### 도면1



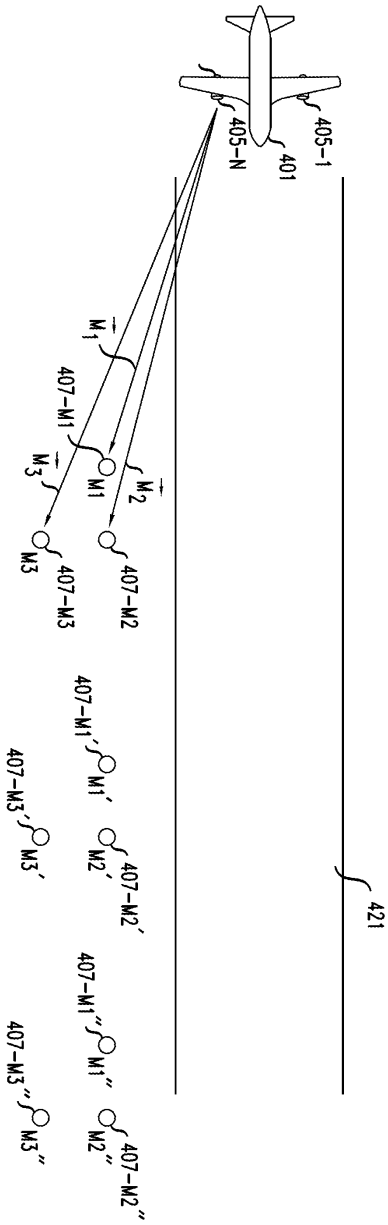
도면2



도면3



도면4



도면5

