



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102018000003003
Data Deposito	23/02/2018
Data Pubblicazione	23/08/2019

Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
G	08	B	13	08

Titolo

PROCEDIMENTO DI RILEVAZIONE, CIRCUITO, DISPOSITIVO E PRODOTTO INFORMATICO CORRISPONDENTI

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:

"Procedimento di rilevazione, circuito, dispositivo e prodotto informatico corrispondenti"

di: STMicroelectronics S.r.l., di nazionalità italiana, via C. Olivetti, 2 - 20864 Agrate Brianza (MB)

Inventori designati: Saverio GRUTTA, Enrico Rosario ALESSI

Depositata il: 23 febbraio 2018

TESTO DELLA DESCRIZIONE

Campo tecnico

La descrizione si riferisce alla rilevazione di eventi.

Una o più forme di realizzazione si possono applicare, ad esempio, alla rilevazione di eventi di apertura/chiusura di serramenti (ad es. porte, finestre, persiane) che possono essere indicativi di intrusioni in abitazioni ed altri ambienti chiusi, e, più generalmente, di intrusioni in spazi privati quali ad es. vani passeggeri di veicoli e cabine (ad es. abitacoli).

Sfondo tecnologico

I sistemi di sorveglianza come attualmente utilizzati comportano la distribuzione di sensori pre-installati nell'ambiente di sorveglianza, che si possono rivelare costosi.

Per via del loro costo, tali sistemi previsti principalmente per l'utilizzo come sistemi di sicurezza per edifici, non sono adatti per semplici applicazioni di

monitoraggio per abitazioni, autovetture e veicoli.

Sono stati proposti certi sistemi di rilevazione di "evento porta" che comportano una circuiteria elettrica installata ad es. in corrispondenza della periferia di porte per rilevare eventi di apertura/chiusura.

Wu, et al. in: "Monitoring Building Door Events using Barometer Sensor in Smartphones", UBICOMP '15, SETTEMBRE 7-11, 2015, OSAKA, GIAPPONE, pagg. 319-323 forniscono certi risultati di test che indicano che i sensori barometrici come forniti negli smart phone si possono utilizzare per rilevare eventi di apertura/chiusura di porte in edifici.

Questa osservazione si basa sul riconoscimento che negli edifici dotati di sistemi HVAC (Riscaldamento, Ventilazione e Climatizzazione) - che mantengono una opportuna differenza di pressione tra ambienti interni ed esterni - si verifica un brusco cambiamento della pressione interna quando si apre una porta dell'edificio; ciò si può rilevare ad es. utilizzando un sensore di pressione di uno smart phone.

Una volta che la porta è chiusa, il sistema HVAC ristabilisce un livello di pressione che può permettere di rilevare un successivo evento di apertura/chiusura.

Tuttavia, si è scoperto che tale approccio alla rilevazione dell'evento porta con sensori di pressione di smart phone funziona in una maniera affidabile (solo) in edifici dotati di sistemi HVAC che mantengono una differenza di pressione tra interno ed esterno.

Si nota che lo stesso approccio di rilevazione, se tentato in edifici senza sistemi HVAC, non è in grado di fornire risultati affidabili.

Scopo e sintesi

Uno scopo di una o più forme di realizzazione è di contribuire a fornire soluzioni migliorate che possono superare gli svantaggi di tali approcci precedenti.

Secondo una o più forme di realizzazione, un tale scopo si può conseguire per mezzo di un procedimento avente le caratteristiche esposte nelle rivendicazioni che seguono.

Una o più forme di realizzazione si possono riferire ad un corrispondente circuito.

Una o più forme di realizzazione si possono riferire ad un corrispondente dispositivo, quale un'apparecchiatura utente per comunicazioni mobili (ad es. un telefono mobile di tipo intelligente o "smart").

Una o più forme di realizzazione possono comprendere un prodotto informatico caricabile nella memoria di almeno un circuito di elaborazione (ad es., un computer) e comprendente porzioni di codice software per eseguire i passi del procedimento quando il prodotto è eseguito su almeno un circuito di elaborazione. Come qui utilizzato, il riferimento ad un tale prodotto informatico è compreso come essere equivalente al riferimento ad un mezzo leggibile da computer contenente istruzioni per controllare il sistema di elaborazione al fine di coordinare l'implementazione del procedimento secondo una o più forme di realizzazione. Il riferimento ad "almeno un computer" è previsto per evidenziare l'eventualità che una o più forme di realizzazione vengano implementate in forma modulare e/o distribuita.

Le rivendicazioni sono una parte integrante dell'insegnamento tecnico qui fornito per quanto riguarda le forme di realizzazione.

Una o più forme di realizzazione possono facilitare la rilevazione di eventi porta (apertura/chiusura) utilizzando dispositivi mobili (ad es. dispositivi portatili e/o indossabili quali telefoni mobili).

Una o più forme di realizzazione sono applicabili al campo dei sensori ambientali per dispositivi mobili per l'utilizzo nel mercato di consumo (ad es. settore automobilistico) e nel mercato degli utenti industriali.

Una o più forme di realizzazione possono facilitare il monitoraggio di eventi di apertura/chiusura di porte in edifici utilizzando sensori come forniti negli smart phone all'avanguardia, rendendo di conseguenza non necessaria qualsiasi integrazione di infrastrutture.

Una o più forme di realizzazione possono fornire un modulo di rilevazione di evento porta innovativo utilizzando un sensore di pressione ed un microfono come forniti in un dispositivo mobile.

Le implementazioni di una o più forme di realizzazione possono presentare bassa potenza e bassa latenza, rendendole idealmente adatte per l'utilizzo in vari contesti applicativi.

Un modulo di rilevazione di intrusi secondo le forme di realizzazione può comprendere "macroblocchi" quali un modulo di pressione dell'aria per il riconoscimento di un pattern di pressione dell'aria, un modulo sonoro per il riconoscimento di un pattern audio ed un modulo di decisione di evento porta.

Una o più forme di realizzazione si possono basare sul riconoscimento che gli eventi di apertura e di chiusura di una porta possono risultare in un brusco cambiamento del valore di pressione con un pattern riconoscibile, che si può rilevare tramite sensori di pressione come quelli in

dotazione nei moderni smart phone.

Una o più forme di realizzazione si basano sul riconoscimento che l'ampiezza dei picchi di pressione può essere proporzionale all'intensità della forza applicata alla porta, con una capacità di rilevare eventi porta correlata a vari fattori quali il volume (spazio) attorno alla porta, il tipo di porta, e/o la velocità di movimento della porta.

In una o più forme di realizzazione, dati di pressione dell'aria da un sensore di pressione sono combinati con segnali d'onda acustica rilevati ad es. tramite un microfono; il microfono si può utilizzare per rilevare suoni impulsivi come generati da una porta (ad es. maniglia, serratura, battente che colpisce lo stipite) ad es. sfruttando un'impronta ("fingerprint") d'onda acustica.

In una o più forme di realizzazione, si può utilizzare un sensore di pressione per rilevare una variazione di pressione dovuta al movimento di apertura/chiusura di una porta.

In una o più forme di realizzazione, una decisione sull'evento porta può comportare identificare un pattern acustico della maniglia di una porta e un pattern di pressione dell'aria.

Breve descrizione delle varie viste dei disegni

Una o più forme di realizzazione verranno ora descritte, solo a titolo di esempio, facendo riferimento alle figure annesse, in cui:

- la Figura 1 è un diagramma di una possibile architettura di sistema di forme di realizzazione,

- le Figure 2 e 3 sono diagrammi esemplificativi di un possibile comportamento temporale di segnali in forme di

realizzazione,

- la Figura 4 è un diagramma, comprendente due porzioni indicate con a) e b), rispettivamente esemplificative di possibili comportamenti temporali di segnali in forme di realizzazione, e

- la Figura 5 è un diagramma di flusso esemplificativo di un possibile funzionamento di forme di realizzazione.

Descrizione dettagliata

Nella seguente descrizione sono illustrati uno o più dettagli specifici, mirati a fornire una comprensione approfondita di esempi di forme di realizzazione di questa descrizione. Le forme di realizzazione si possono ottenere senza uno o più dei dettagli specifici, o con altri procedimenti, componenti, materiali, ecc. In altri casi, strutture, materiali, o operazioni note non sono illustrate o descritte nel dettaglio in modo che certi aspetti delle forme di realizzazione non verranno resi poco chiari.

Il riferimento a "una forma di realizzazione" nel quadro della presente descrizione è destinato ad indicare che una particolare configurazione, struttura o caratteristica descritta in relazione alla forma di realizzazione è compresa in almeno una forma di realizzazione. Pertanto, una frase quale "in una forma di realizzazione" che può essere presente in uno o più punti della presente descrizione non si riferisce necessariamente ad un'unica e alla stessa forma di realizzazione.

Inoltre, conformazioni, strutture o caratteristiche particolari possono essere combinate in un modo adatto qualsiasi, in una o più forme di realizzazione.

I riferimenti qui utilizzati sono forniti meramente per comodità e pertanto non definiscono la portata di

protezione o l'ambito delle forme di realizzazione.

Come notato, una o più forme di realizzazione mirano a fornire un sistema per rilevare "eventi porta" (ad es., una porta che viene aperta o chiusa) in un edificio, adatto per l'utilizzo anche in edifici non dotati di installazioni di Riscaldamento, Ventilazione e Climatizzazione (brevemente HVAC).

La rilevazione di cosiddetti "eventi porta" (ad es. apertura o chiusura di una porta) è l'argomento di un'estensiva letteratura come testimoniato ad es. da documenti brevettuali quali: US 2014/0015640 A1, US 4 804 945 A, US 9 410 346 B2, CN 201460424 U, CN 203084798 U, WO 2006/112258 A1.

Verrà d'altra parte apprezzato che mentre si fa qui riferimento, per semplicità e brevità, agli eventi di "porta", una o più forme di realizzazione si possono più generalmente applicare a serramenti quali porte, finestre, persiane e simili che permettono la comunicazione tra spazi (ad es. tra spazi interni in un edificio e/o tra spazi interni ed esterni). Analogamente, mentre si farà qui riferimento per semplicità e brevità al suono prodotto da una maniglia che viene fatta funzionare, una o più forme di realizzazione possono comportare rilevare/riconoscere altri suoni relativi all'apertura/chiusura di una porta, finestra, persiana, ecc. quali i suoni prodotti da serrature, battenti che colpiscono lo stipite e simili.

Come esemplificato nella Figura 1, una o più forme di realizzazione possono comprendere:

- un generatore di segnali audio (ad es. un microfono) M per generare segnali sonori,
- un generatore di segnali di pressione (ad es. un barometro) AP per generare segnali di pressione,

- un circuito di elaborazione 10, che può comprendere un modulo circuitale sonoro 10M, un modulo circuitale di pressione dell'aria 10AP ed un modulo circuitale decisionale 10A, configurato (come discusso nel seguito) per elaborare segnali sonori dal generatore di segnali audio M e segnali di pressione dal generatore di segnali di pressione AP, e produrre da esso un segnale di allarme (indicativo ad es. di un evento porta corrispondente ad un'intrusione), e

- un modulo di allarme A per comunicare il segnale di allarme (ad es. ad un utente, al fine di renderlo consapevole dell'evento porta rilevato).

Una o più forme di realizzazione sono adatte per rilevare un evento di apertura/chiusura di un serramento (interno e/o esterno) quale ad es. una porta D, supponendo che sia provvista di una maniglia H.

Per scopi di semplicità verrà ipotizzato che un tale evento può dare luogo:

- ad un segnale di pressione quale un'onda di pressione, ad es. per via del movimento del battente e/o per via di due ambienti su lati opposti del serramento a pressioni (leggermente) diverse che sono o messi in comunicazione o isolati uno dall'altro,

- ad un segnale sonoro quale un'onda sonora, ad es. per via dell'attivazione della maniglia H (e di una serratura associata a questa) e/o per via del battente della porta che viene a contatto con lo stipite della porta.

Come notato, sia il microfono M che il barometro AP possono essere (già) compresi in un dispositivo mobile quale uno smart phone (indicato con UE nella Figura 1), così come, possibilmente, anche il modulo di allarme A (ad

es. come un generatore di suoneria del telefono, generatore di vibrazione, schermo di visualizzazione del telefono) e il circuito di elaborazione 10 (qui mostrato come un elemento distinto per comodità d'illustrazione).

Una o più forme di realizzazione possono di conseguenza fornire un sistema "robusto" di rilevazione di evento porta avvantaggiandosi delle informazioni da un sistema di riconoscimento del suono (ad es. il microfono M).

In una o più forme di realizzazione, combinando i dati di pressione dell'aria PW da un sensore di pressione, ad es. AP, con i segnali d'onda acustica SW rilevati dal (almeno un) microfono, ad es. M, il circuito 10 è in grado di rilevare eventi porta anche in quelle condizioni dove procedure basate (solo) su dati di pressione possono fallire.

Ad esempio, in una o più forme di realizzazione, una decisione che riconosce un evento di apertura/chiusura di porta che ha avuto luogo può sfruttare la coesistenza di due eventi, vale a dire una "impronta" sonora della maniglia della porta e un cambiamento di pressione dell'aria.

Eventi di apertura e chiusura di porte producono un cambiamento (brusco) di pressione con un certo pattern.

Sensori di pressione in uno smart phone sono in grado di rilevare cambiamenti di pressione relativi ad eventi porta. Le ampiezze dei picchi di pressione sono (direttamente) proporzionali all'intensità della forza applicata alla porta.

La capacità di rilevare eventi porta diminuisce come conseguenza di un aumento dello spazio (volume) attorno alla porta e/o come conseguenza di una riduzione della

forza applicata alla porta.

In una o più forme di realizzazione, il circuito di elaborazione 10 si può configurare (ad es. tramite un modulo circuitale di pressione dell'aria 10AP) per eseguire la rilevazione di picchi di pressione e/o il riconoscimento di pattern di pressione sul segnale di pressione fornito dal sensore di pressione AP.

Il sensore di pressione disponibile con le società del gruppo di società della Richiedente sotto la denominazione commerciale LPS22HB è esemplificativo di un sensore di pressione adatto per l'utilizzo in abbinamento ad una o più forme di realizzazione.

Il sensore di pressione LPS22HB è un sensore di pressione assoluta piezoresistivo ultra-compatto adatto per funzionare come un barometro con un'uscita digitale.

Il diagramma della Figura 2 è esemplificativo di un possibile comportamento della pressione (hPa, scala delle ordinate; 1 ettopascal [hPa] = 0.001 bar) nel tempo (scala delle ascisse), la presenza di un evento di apertura/chiusura di una porta comprendente:

- un movimento di apertura della porta O1,
- una condizione aperta della porta O2,
- un movimento di chiusura della porta C1,
- una condizione chiusa della porta C2.

Il movimento di apertura, rispettivamente chiusura, corrispondente ad un aumento, rispettivamente diminuzione, di pressione può corrispondere ad es. ad una porta che viene aperta verso (o dentro) una stanza dove è rilevato il segnale di pressione. Verrà d'altra parte apprezzato il fatto che la direzione (segno) del cambiamento di pressione può essere nella direzione opposta, vale a dire con un movimento di apertura, rispettivamente chiusura,

corrispondente ad una diminuzione, rispettivamente aumento, di pressione.

Come esemplificato nel diagramma di flusso della Figura 5 (lato sinistro), in una o più forme di realizzazione un corrispondente segnale di pressione PW, come raccolto dal sensore di pressione - si vedano, ad es., i diagrammi della Figura 3, parti a) e b) - può essere elaborato in un atto esemplificato tramite il blocco 100 nel modulo circuitale 10AP applicando un approccio a finestra temporale a scorrimento al fine di facilitare la rilevazione accurata di un pattern di cambiamento di pressione relativo ad eventi di apertura/chiusura di porte.

Ad esempio, in una o più forme di realizzazione si può scegliere la dimensione della finestra di scorrimento per ospitare un evento porta completo.

In una o più forme di realizzazione, il segnale di pressione PW può essere campionato, ad es., a 20 Hz.

In una o più forme di realizzazione, il segnale di pressione PW può essere segmentato in blocchi successivi (ad es. blocchi da 3 s) e/o memorizzato ad es. in vettori di dimensione N.

Ad esempio, una sequenza normalizzata, dove sono enfatizzati gli impulsi di energia, può essere prodotta tramite elaborazione come esemplificato dal blocco 102 nella Figura 5.

Ad esempio, per ciascun vettore, si può stimare l'energia del segnale e la sequenza di energia così ottenuta può essere filtrata tramite filtro mediano, con l'uscita del filtro mediano sottratta dal segnale di energia per produrre un segnale di energia normalizzato.

Le porzioni a) e b) della Figura 3 sono esemplificative di un possibile comportamento nel tempo

(scala delle ascisse) di un tale segnale di pressione normalizzato (hPa, scala delle ordinate) nel caso di movimenti di apertura (porzione a) e chiusura (porzione b) di una stessa porta.

Si può successivamente applicare una sogliatura o thresholding in modo che i picchi di pressione siano rilevati quando una soglia è superata, come esemplificato dal blocco 104 nella Figura 5.

Ad esempio, la sogliatura può essere di un tipo adattativo ad es. come una funzione della deviazione standard di una sequenza passata di energia finestrata a lungo termine.

Se una variazione impulsiva è rilevata, una procedura di riconoscimento può essere innescata.

Un primo atto nella procedura di riconoscimento comprende un'analisi del segnale da classificare come esemplificato dal blocco 106 nella Figura 5.

Iniziando da registrazioni di vettori di pressione, certe caratteristiche possono essere estratte facendo riferimento ad un certo "frame di energia".

In una o più forme di realizzazione, il blocco circuitale 104 può essere configurato per rilevare variazioni simili ad impulsi nella pressione mentre il blocco circuitale 106 può elaborare, ad es., N vettori estraendo da essi certi parametri utili per scopi di riconoscimento. Uno di questi può essere un valore di energia associato ad un certo vettore definito come la radice quadrata della somma dei valori elevati al quadrato.

Le caratteristiche esemplificative estratte possono comprendere:

- tempo di salita
- tempo di discesa

- rapporto tra la potenza delle armoniche e la potenza media (basato su analisi DFT del segnale).

Un secondo atto nella procedura di riconoscimento comprende una classificazione dei vettori di pressione, come esemplificato dal blocco 108 nella Figura 5.

Una funzione di un classificatore statistico può predire (ad es. in funzione delle caratteristiche discusse in precedenza) la probabilità che un vettore possa corrispondere ad un evento porta avente una certa "impronta" di pressione (uscita della funzione del classificatore statistico vicina a 1), o ad un diverso evento di pressione, che è improbabile che rappresenti un evento porta (uscita della funzione del classificatore statistico vicina a 0).

Una decisione può essere presa confrontando l'uscita di tale funzione del classificatore statistico con un valore di soglia, al fine di ottenere una classificazione binaria (finale) $y_P \in \{0, 1\}$, dove 1 indica un evento che probabilmente è un evento porta rilevato per mezzo dei dati di pressione raccolti dal sensore di pressione AP , e 0 indica altri tipi di eventi di pressione.

Si apprezzerà che, per tutta questa descrizione, il riferimento ai valori "1" e "0", rispettivamente, è meramente a titolo di esempio: una o più forme di realizzazione possono di fatto adottare una scelta complementare (ad es., valori "0" e "1", rispettivamente), o qualsiasi altra opportuna codifica Booleana di tali informazioni.

In una o più forme di realizzazione, il circuito di elaborazione 10 può essere configurato (ad es. tramite un modulo circuitale sonoro 10M) per eseguire la rilevazione (ed eventuale localizzazione) di un suono(i) impulsivo e/o

il riconoscimento di un pattern sonoro sul segnale d'onda acustica SW fornito dal (almeno un) microfono M.

Il microfono digitale stereo disponibile con società del gruppo di società della Richiedente sotto la denominazione commerciale MP34DT01-M è esemplificativo di un microfono adatto per l'utilizzo in abbinamento a una o più forme di realizzazione.

Il microfono MP34DT01-M è un sensore audio MEMS adatto per funzionare come microfono digitale omnidirezionale.

I diagrammi della Figura 4 sono esemplificativi di un possibile comportamento nel tempo (scala delle ascisse) di segnali sonori (dbFS, scala delle ordinate, ad es., normalizzati ad un valore di fine scala) comprendenti multipli eventi della maniglia della porta (D1, D2, D3).

I pattern sonori acquisiti dal microfono M in relazione ad es. alla pressione e al rilascio della maniglia di una porta possono essere utilizzati per l'identificazione degli eventi di apertura/chiusura di una porta.

Come esemplificato nel diagramma di flusso della Figura 5 (lato destro), in una o più forme di realizzazione tale segnale(i) d'onda sonora SW, come acquisito in un atto esemplificato dal blocco 200, può essere elaborato nel modulo circuitale 10M al fine di facilitare la rilevazione di un pattern d'onda sonora relativo ad eventi di apertura/chiusura di una porta.

Verrà apprezzato, d'altra parte, che un'onda sonora (nell'aria) è di per sé un segnale di pressione, vale a dire un'onda di pressione.

I campi di frequenze coinvolti in una o più forme di realizzazione sono tuttavia diversi.

Ad esempio, i segnali di pressione (ad es. PW) come

qui considerati sono segnali relativamente "lenti" (come notato, in una o più forme di realizzazione, il segnale di pressione PW può essere campionato ad es. a 20 Hz).

Per contro, i segnali acustici o sonori (ad es. SW) qui considerati cadono in un campo di frequenze corrispondente al campo udibile (teoricamente, da 20 Hz a 20 kHz). Ad esempio, in una o più forme di realizzazione il segnale(i) acustico SW può essere campionato a circa 44 kHz (la frequenza di campionamento contemplata per CD "Redbook" standard).

In una o più forme di realizzazione, una certa elaborazione come discusso in precedenza in relazione al segnale di pressione dal barometro AP si può applicare analogamente al segnale acustico dal microfono M.

Ad esempio, in una o più forme di realizzazione, il segnale sonoro può essere segmentato in intervalli ("frames") successivi y (ad es. intervalli da 3 s) e/o memorizzato ad es. in vettori di dimensione N come esemplificato dal blocco 202 nella Figura 5.

Nel caso di un segnale sonoro, un problema di rilevazione può essere relativo alla distinzione di condizioni dove è presente un segnale incorporato nel rumore da condizioni dove è presente solo rumore.

Come esemplificato dal blocco 204 nella Figura 5, un possibile procedimento di rilevazione di segnale può comportare la rilevazione di energia, misurando l'energia nella forma(e) d'onda ricevuta su un certo tempo di osservazione, con la localizzazione della sorgente (direzione) che ha eventualmente luogo in una o più forme di realizzazione ad es. traendo vantaggio dalla disponibilità di un segnale sonoro stereo, in modo che la direzione da cui arriva il suono può essere valutata

basandosi sui ritardi relativi tra i due "canali" nel segnale sonoro stereo.

Una o più forme di realizzazione possono adottare la rilevazione di energia come una possibile soluzione basandosi sull'ipotesi (ragionevole) che sia il rumore w che il segnale "utile" s possono essere considerati vettori casuali Gaussiani a media nulla con componenti non correlate.

Una o più forme di realizzazione possono di conseguenza comportare la rilevazione di impulsi sonori che si verificano in segnali sonori affetti da rumore (ad es., rumore ambientale), in cui un impulso sonoro che si verifica nei segnali sonori è rilevato come conseguenza del raggiungimento di una soglia del rapporto segnale/rumore.

In una o più forme di realizzazione, una tale soglia può comprendere una soglia espressa come un rapporto fra un'energia del segnale (più rumore) rispetto ad un'energia del rumore.

In una o più forme di realizzazione, un corrispondente atto di rilevazione di energia può comportare calcolare il rapporto tra il quadrato della norma Euclidea del vettore di osservazione y (rappresentativo del rumore più, eventualmente, il suono) e la varianza σ_w^2 del segnale di rumore (da solo) e confrontare tale rapporto con un valore di soglia th . Se il rapporto supera il valore di soglia (ipotesi $H1$ nel seguito), il vettore di osservazione y prevedibilmente trasporta un segnale sonoro s , quindi $y = s + w$.

Se il rapporto non supera il valore di soglia (ipotesi $H0$ nel seguito), il vettore di osservazione y prevedibilmente trasporta solo il rumore, quindi $y = w$.

In termini matematici:

$$\frac{y^T y}{\sigma_w^2} > th : H1 \rightarrow y = s + w$$

$$\frac{y^T y}{\sigma_w^2} < th : H0 \rightarrow y = w$$

dove $y^T y$ è il prodotto interno del vettore di osservazione y e della sua versione trasposta y^T .

Come notato, in una o più forme di realizzazione la procedura può fare uso della localizzazione della sorgente sonora, ad es. utilizzando una coppia di microfoni o un microfono stereo (ad es. MP34DT01-M), al fine di rendere più robusta la rilevazione di eventi porta.

Gli smart phone come commercialmente disponibili oggi possono essere dotati di due microfoni integrati posizionati (fisicamente) in posizioni diverse, ad es. un microfono "stereo". Questa differenza di posizione può causare una differenza del tempo di arrivo (Time Difference Of Arrival, TDOA) del suono sui microfoni. I valori della TDOA per due microfoni possono variare in funzione della posizione di una sorgente sonora rispetto ad uno smart phone. Questa differenza del tempo di arrivo può essere utilizzata per stimare la direzione di un suono in arrivo rispetto ad uno smart phone. La stima del tempo di ritardo può essere conseguita mettendo in correlazione i segnali sonori di due microfoni in una coppia di microfoni. Tecniche corrispondenti per ottenere un tale risultato sono note nella tecnica, il che rende superfluo fornire qui una descrizione più dettagliata.

In una o più forme di realizzazione, se si rileva un suono impulsivo e si determina che la localizzazione della sorgente sonora coincide con una posizione nota di una porta, una corrispondente procedura di riconoscimento può

essere attivata.

Una o più forme di realizzazione, come esemplificato nella porzione a destra della Figura 5, possono comprendere un'analisi del segnale da classificare come esemplificato dal blocco 206.

Ad esempio, iniziando da registrazioni audio di vettori sonori, certe caratteristiche possono essere estratte facendo riferimento ad un certo intervallo di energia (con l'energia associata ad un vettore nuovamente definita, ad es., come la radice quadrata della somma dei valori al quadrato).

Caratteristiche esemplificative estratte possono comprendere:

- tempo di salita
- tempo di discesa
- rapporto tra la potenza delle armoniche e la potenza media (basato su analisi del segnale DFT).

Un ulteriore atto nella procedura può comprendere una classificazione dei vettori sonori, come esemplificato dal blocco 208 nella Figura 5.

Una funzione del classificatore statistico può predire (ad es. in funzione delle caratteristiche discusse in precedenza) la probabilità che un vettore possa corrispondere ad un evento porta avente una certa "impronta" sonora (uscita della funzione del classificatore statistico vicina a 1), o a un diverso evento sonoro, che è improbabile che rappresenti un evento porta (uscita della funzione del classificatore statistico vicina a 0).

Una decisione può essere presa confrontando l'uscita di tale funzione del classificatore statistico con un valore di soglia, al fine di ottenere una classificazione binaria (finale) $y_s \in \{0, 1\}$, dove 1 indica un evento che

è probabilmente un evento porta rilevato per mezzo dei dati d'onda sonora raccolti dall' almeno un microfono M, e 0 indica altri tipi di eventi sonori.

Si apprezzerà ancora che il riferimento ai valori "1" e "0", rispettivamente, è meramente a titolo di esempio: una o più forme di realizzazione possono di fatto adottare una scelta complementare (ad es., valori "0" e "1", rispettivamente), o qualsiasi altra opportuna codifica Booleana di tali informazioni.

In una o più forme di realizzazione, il circuito di elaborazione 10 può essere configurato (ad es. tramite un modulo circuitale decisionale 10A) per produrre un segnale di allarme basato sulle uscite dei moduli circuitali 10AP e 10M, e prendere decisioni per quanto riguarda la rilevazione di eventi porta.

Un atto decisionale come esemplificato dal blocco 300 nella Figura 5 si può basare sostanzialmente sulle seguenti condizioni possibili:

- nessun evento porta rilevato né dall'uno né dall'altro dei moduli circuitali 10AP (pattern di pressione) e 10M (pattern sonoro);
- un evento porta rilevato dal modulo 10AP con nessun evento porta rilevato dal modulo circuitale 10M,
- un evento porta rilevato dal modulo 10M con nessun evento porta rilevato dal modulo circuitale 10AP,
- evento porta rilevato da entrambi i moduli circuitali 10AP e 10M.

In una o più forme di realizzazione, il blocco 300 può adottare una semplice strategia di decisione "dichiarando" un evento porta, con un corrispondente segnale di allarme (ad es. suoneria di telefono) emesso in corrispondenza di 302 (si veda anche il modulo circuitale A nella Figura 1),

quando un evento porta è rilevato da entrambi i moduli circuitali 10AP (pattern di pressione) e 10M (pattern sonoro).

In una o più forme di realizzazione il blocco 300 può adottare strategie decisionali più sofisticate rendendo la procedura più robusta ad es. nei confronti di "falsi positivi" (eventi di porta non esistenti rilevati in modo indesiderabile).

In una o più forme di realizzazione, tali strategie possono comportare un'analisi della sequenza nel tempo della rilevazione della pressione e del suono, ad es. al fine di distinguere in una maniera più robusta eventi di apertura e chiusura.

Ad esempio (solo per fare un semplice esempio), in un evento di apertura il suono della maniglia "anticiperà" almeno un po' il segnale di pressione, mentre in un evento di chiusura il suono della maniglia "sarà in ritardo" almeno un po' rispetto al segnale di pressione.

In una o più forme di realizzazione, tali strategie possono comprendere ad es. decisioni di "logica fuzzy" basate sulle uscite dei moduli circuitali 10AP e 10M.

In una o più forme di realizzazione un procedimento può comprendere:

- acquisire (ad es. 100, 200), in corrispondenza di un serramento (quale ad es. una porta, una finestra, una persiana e simili, D), segnali di pressione dell'aria (come prodotti ad es. dal movimento di una porta o battente, PW) da un sensore di pressione (ad es. AP) e segnali sonori (come prodotti ad es. tramite una maniglia, serratura, battente che colpisce lo stipite del serramento, SW) da un sensore sonoro (ad es. M),

- rilevare picchi di pressione (ad es. 102 a 108) che

si verificano nei segnali di pressione dell'aria,

- rilevare impulsi sonori (ad es. 202 a 208) che si verificano nei segnali sonori,

- rilevare (ad es. 300) l'occorrenza congiunta (non necessariamente simultanea) di un picco di pressione nei segnali di pressione dell'aria e di un impulso sonoro nei segnali sonori, detta occorrenza congiunta essendo indicativa di un evento di apertura/chiusura di detto serramento (D), ad es. come prodotto da un'intrusione indesiderata.

In una o più forme di realizzazione, rilevare picchi di pressione che si verificano nei segnali di pressione dell'aria può comprendere:

- applicare un'elaborazione di riconoscimento di pattern di pressione a detti segnali di pressione dell'aria, e/o

- elaborare i segnali di pressione dell'aria su una finestra temporale a scorrimento.

In una o più forme di realizzazione, rilevare i picchi di pressione che si verificano nei segnali di pressione dell'aria può comprendere normalizzare i segnali di pressione dell'aria e confrontare i segnali di pressione normalizzati con una soglia di pressione, in cui un picco di pressione che si verifica nei segnali di pressione dell'aria è rilevato come risultato del raggiungimento di di detta soglia di pressione.

Una o più forme di realizzazione possono comprendere variare in modo adattativo detta soglia di pressione.

In una o più forme di realizzazione, rilevare gli impulsi sonori che si verificano nei segnali sonori può comprendere:

- applicare un riconoscimento di pattern sonori a

detti segnali sonori, e/o

- elaborare i segnali sonori su una finestra temporale a scorrimento.

In una o più forme di realizzazione, rilevare gli impulsi sonori che si verificano nei segnali sonori può comprendere rilevare gli impulsi sonori che si verificano nei segnali sonori (ad es., SW) affetti da rumore, in cui un impulso sonoro che si verifica nei segnali sonori è rilevato come risultato del raggiungimento di una soglia segnale/rumore (ad es., con il valore di soglia *th* discusso in precedenza essendo esemplificativo di una tale soglia).

Una o più forme di realizzazione possono comprendere acquisire segnali sonori stereo (si veda ad es. la Figura 4) da un sensore sonoro stereo e applicare un'elaborazione di localizzazione della sorgente sonora tramite differenza del tempo di arrivo, TDOA, ai segnali sonori stereo acquisiti.

In una o più forme di realizzazione, rilevare l'occorrenza congiunta di un picco di pressione nei segnali di pressione dell'aria e di un impulso sonoro nei segnali sonori può comprendere applicare un'analisi con classificatore statistico (ad es. 108, 208) dei picchi di pressione rilevati nei segnali di pressione dell'aria e degli impulsi sonori rilevati nei segnali sonori.

Una o più forme di realizzazione possono comprendere applicare detta analisi con classificatore statistico dei picchi di pressione e degli impulsi sonori in funzione di caratteristiche selezionate fra tempo di salita, tempo di discesa e rapporto tra la potenza delle armoniche e la potenza media.

Una o più forme di realizzazione possono comprendere emettere (ad es. 10A, 302) un segnale di allarme come

risultato della rilevazione di detta occorrenza congiunta di un picco di pressione nei segnali di pressione dell'aria e di un impulso sonoro nei segnali sonori.

In una o più forme di realizzazione, un circuito (ad es. 10) può comprendere:

- un modulo circuitale di pressione dell'aria (ad es. 10AP) sensibile a segnali di pressione dell'aria (ad es. PW) da un sensore di pressione (ad es. AP), il modulo circuitale di pressione dell'aria configurato per rilevare picchi di pressione che si verificano nei segnali di pressione dell'aria,

- un modulo circuitale sonoro (ad es. 10M) sensibile a segnali sonori (ad es. SW) da un sensore sonoro (ad es. M), il modulo circuitale sonoro configurato per rilevare impulsi sonori che si verificano nei segnali sonori,

- un modulo circuitale di rilevazione (ad es. 10A) accoppiato al modulo circuitale di pressione dell'aria e al modulo circuitale sonoro, il modulo circuitale di rilevazione configurato per rilevare l'occorrenza congiunta di un picco di pressione nei segnali di pressione dell'aria rilevati dal modulo circuitale di pressione dell'aria e di un impulso sonoro nei segnali sonori rilevati dal modulo circuitale sonoro,

in cui il circuito è configurato per rilevare eventi di apertura/chiusura di serramenti (ad es. D) con il procedimento secondo una o più forme di realizzazione.

In una o più forme di realizzazione, un dispositivo (ad es. UE) può comprendere:

- un circuito secondo una o più forme di realizzazione,

- un sensore di pressione accoppiato al circuito per fornire segnali di pressione dell'aria al modulo circuitale

di pressione dell'aria nel circuito,

- un sensore sonoro accoppiato al circuito per fornire segnali sonori al modulo circuitale sonoro nel circuito.

Una o più forme di realizzazione possono comprendere una sorgente del segnale di allarme (ad es. A) accoppiata al modulo circuitale di rilevazione nel circuito, la sorgente del segnale di allarme attivabile come risultato della rilevazione dell'occorrenza congiunta di un picco di pressione nei segnali di pressione dell'aria rilevati dal modulo circuitale di pressione dell'aria e di un impulso sonoro nei segnali sonori rilevati dal modulo circuitale sonoro.

Un dispositivo secondo una o più forme di realizzazione può comprendere un'apparecchiatura di comunicazione mobile (ad es. uno smart phone dotato di un barometro e di un microfono).

Una o più forme di realizzazione possono comprendere un prodotto informatico, caricabile (ad es. una cosiddetta "app") nella memoria di almeno un circuito di elaborazione (si veda ad es. il circuito 10) e comprendente porzioni di codice software per eseguire il procedimento secondo una o più forme di realizzazione.

Senza pregiudizio per i principi sottostanti, i dettagli e le forme di realizzazione possono variare anche notevolmente, rispetto a quanto descritto a titolo esclusivamente esemplificativo, senza discostarsi dall'ambito di protezione.

L'ambito di protezione è definito dalle rivendicazioni allegate.

RIVENDICAZIONI

1. Procedimento, comprendente:

- acquisire (100, 200), in corrispondenza di un serramento (D), segnali di pressione dell'aria (PW) da un sensore di pressione (AP) e segnali sonori (SW) da un sensore sonoro (M),
- rilevare picchi di pressione (102 a 108) che si verificano nei segnali di pressione dell'aria (PW),
- rilevare impulsi sonori (202 a 208) che si verificano nei segnali sonori (SW),
- rilevare (300) l'occorrenza congiunta di un picco di pressione nei segnali di pressione dell'aria (PW) e di un impulso sonoro nei segnali sonori (SW), detta occorrenza congiunta essendo indicativa di un evento di apertura/chiusura di detto serramento (D).

2. Procedimento secondo la rivendicazione 1, in cui rilevare picchi di pressione che si verificano nei segnali di pressione dell'aria (PW) comprende:

- applicare un'elaborazione di riconoscimento di pattern di pressione a detti segnali di pressione dell'aria (PW), e/o
- elaborare i segnali di pressione dell'aria (PW) su una finestra temporale a scorrimento.

3. Procedimento secondo la rivendicazione 2, in cui rilevare i picchi di pressione che si verificano nei segnali di pressione dell'aria (PW) comprende normalizzare i segnali di pressione dell'aria (PW) e confrontare i segnali di pressione normalizzati con una soglia di pressione, in cui un picco di pressione che si verifica nei

segnali di pressione dell'aria (PW) è rilevato come risultato del raggiungimento di detta soglia di pressione.

4. Procedimento secondo la rivendicazione 3, comprendente variare in modo adattativo detta soglia di pressione.

5. Procedimento secondo qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui rilevare impulsi sonori che si verificano nei segnali sonori (SW) comprende:

- applicare un riconoscimento di pattern sonori a detti segnali sonori (SW), e/o
- elaborare i segnali sonori (SW) su una finestra temporale a scorrimento.

6. Procedimento secondo la rivendicazione 5, comprendente rilevare impulsi sonori che si verificano in segnali sonori (SW) affetti da rumore, in cui un impulso sonoro che si verifica nei segnali sonori (SW) è rilevato come risultato del raggiungimento di una soglia segnale/rumore.

7. Procedimento secondo qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, comprendente acquisire segnali sonori stereo (SW) da un sensore sonoro stereo (M) e applicare un'elaborazione di localizzazione della sorgente sonora tramite differenza del tempo di arrivo, TDOA, ai segnali sonori stereo (SW) acquisiti.

8. Procedimento secondo qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui rilevare l'occorrenza congiunta di un picco di pressione nei segnali di pressione dell'aria (PW)

e di un impulso sonoro nei segnali sonori (SW) comprende applicare un'analisi con classificatore statistico (108, 208) dei picchi di pressione (104) rilevati nei segnali di pressione dell'aria (PW) e degli impulsi sonori (204) rilevati nei segnali sonori (SW).

9. Procedimento secondo la rivendicazione 8, comprendente applicare detta analisi con classificatore statistico (108, 208) dei picchi di pressione (104) e degli impulsi sonori (204) in funzione di caratteristiche selezionate fra tempo di salita, tempo di discesa e rapporto tra la potenza delle armoniche e la potenza media.

10. Procedimento secondo qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, comprendente emettere (10A, 302) un segnale di allarme come risultato della rilevazione (300) di detta occorrenza congiunta di un picco di pressione nei segnali di pressione dell'aria (PW) e di un impulso sonoro nei segnali sonori (SW).

11. Circuito (10), comprendente:

- un modulo circuitale di pressione dell'aria (10AP) sensibile a segnali di pressione dell'aria (PW) da un sensore di pressione (AP), il modulo circuitale di pressione dell'aria (10AP) configurato per rilevare picchi di pressione che si verificano nei segnali di pressione dell'aria (PW),

- un modulo circuitale sonoro (10M) sensibile a segnali sonori (SW) da un sensore sonoro (M), il modulo circuitale sonoro (10M) configurato per rilevare impulsi sonori che si verificano nei segnali sonori (SW),

- un modulo circuitale di rilevazione (10A) accoppiato

al modulo circuitale di pressione dell'aria (10AP) e al modulo circuitale sonoro (10M), il modulo circuitale di rilevazione (10A) configurato per rilevare (300) l'occorrenza congiunta di un picco di pressione nei segnali di pressione dell'aria (PW) rilevati dal modulo circuitale di pressione dell'aria (10AP) e di un impulso sonoro nei segnali sonori (SW) rilevati dal modulo circuitale sonoro (10M),

in cui il circuito (10) è configurato per rilevare eventi di apertura/chiusura di serramenti (D) con il procedimento secondo qualsiasi delle rivendicazioni 1 a 10.

12. Dispositivo (UE), comprendente:

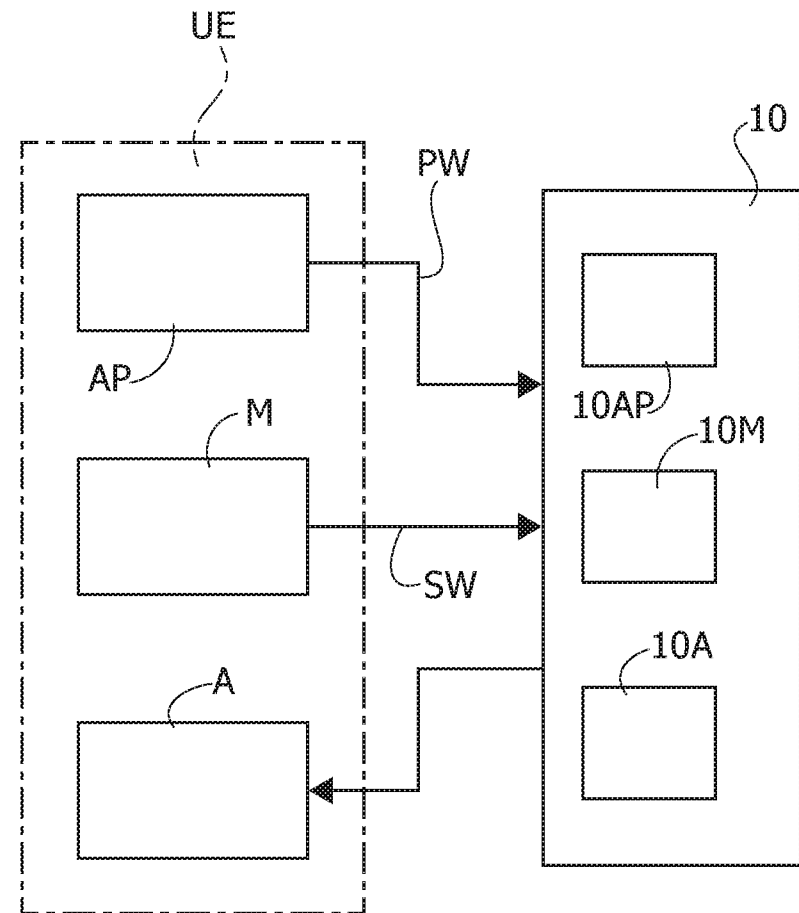
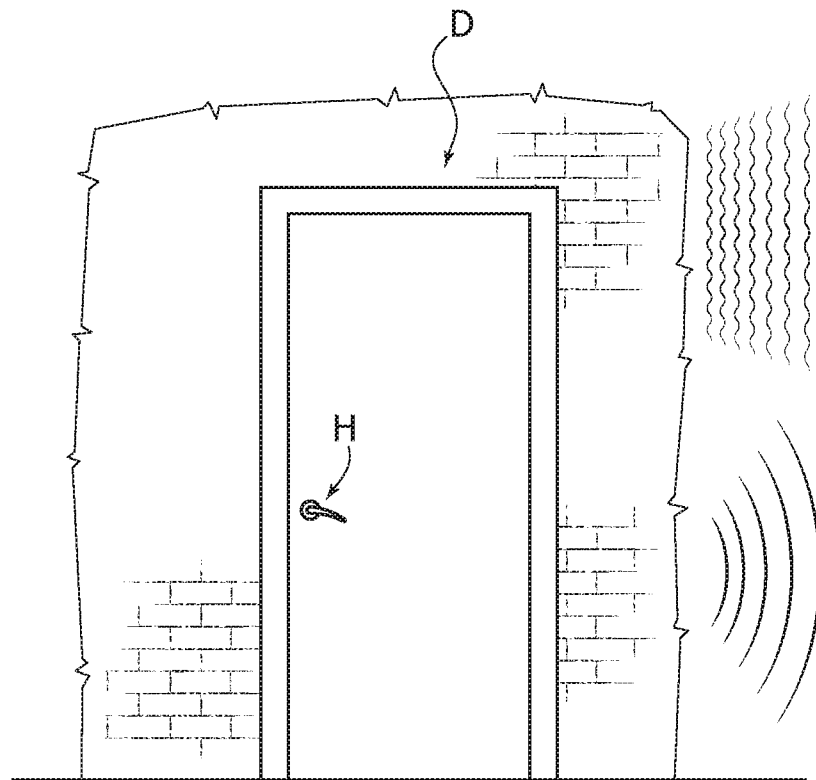
- un circuito (10) secondo la rivendicazione 11,
- un sensore di pressione (AP) accoppiato al circuito (10) per fornire segnali di pressione dell'aria (PW) al modulo circuitale di pressione dell'aria (10AP) nel circuito (10),
- un sensore sonoro (M) accoppiato al circuito (10) per fornire segnali sonori (SW) al modulo circuitale sonoro (10M) nel circuito (10).

13. Dispositivo (UE) secondo la rivendicazione 12, comprendente una sorgente di segnale di allarme (A) accoppiata al modulo circuitale di rilevazione (10A) nel circuito (10), la sorgente di segnale di allarme (A) attivabile come risultato della rilevazione dell'occorrenza congiunta di un picco di pressione nei segnali di pressione dell'aria (PW) rilevati dal modulo circuitale di pressione dell'aria (10AP) e di un impulso sonoro nei segnali sonori (SW) rilevati dal modulo circuitale sonoro (10M).

14. Dispositivo (UE) secondo la rivendicazione 12 o la rivendicazione 13, in cui il dispositivo comprende un'apparecchiatura di comunicazione mobile.

15. Prodotto informatico, caricabile nella memoria di almeno un circuito di elaborazione, e comprendente porzioni di codice software per eseguire il procedimento secondo qualsiasi delle rivendicazioni 1 a 10.

FIG. 1



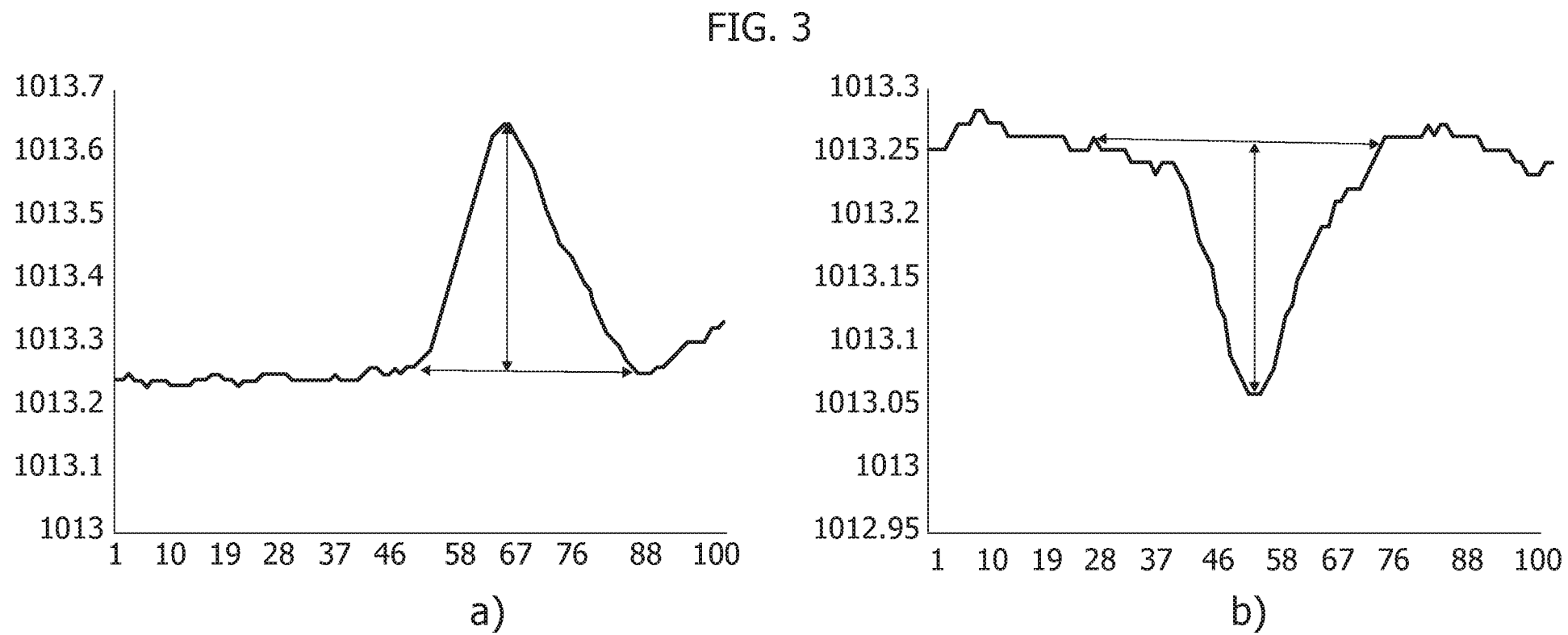
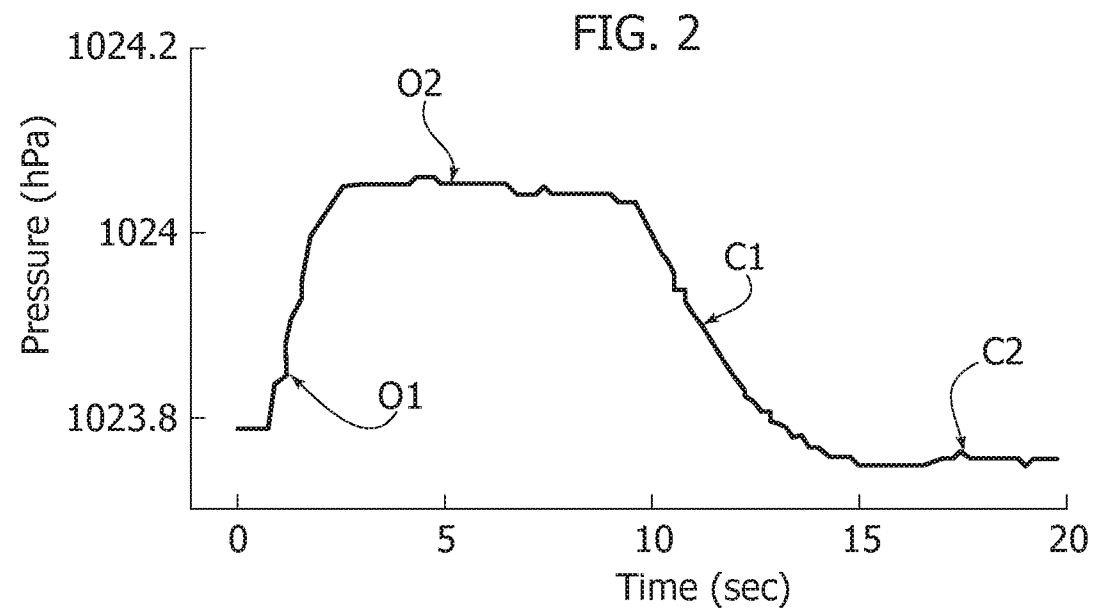


FIG. 4

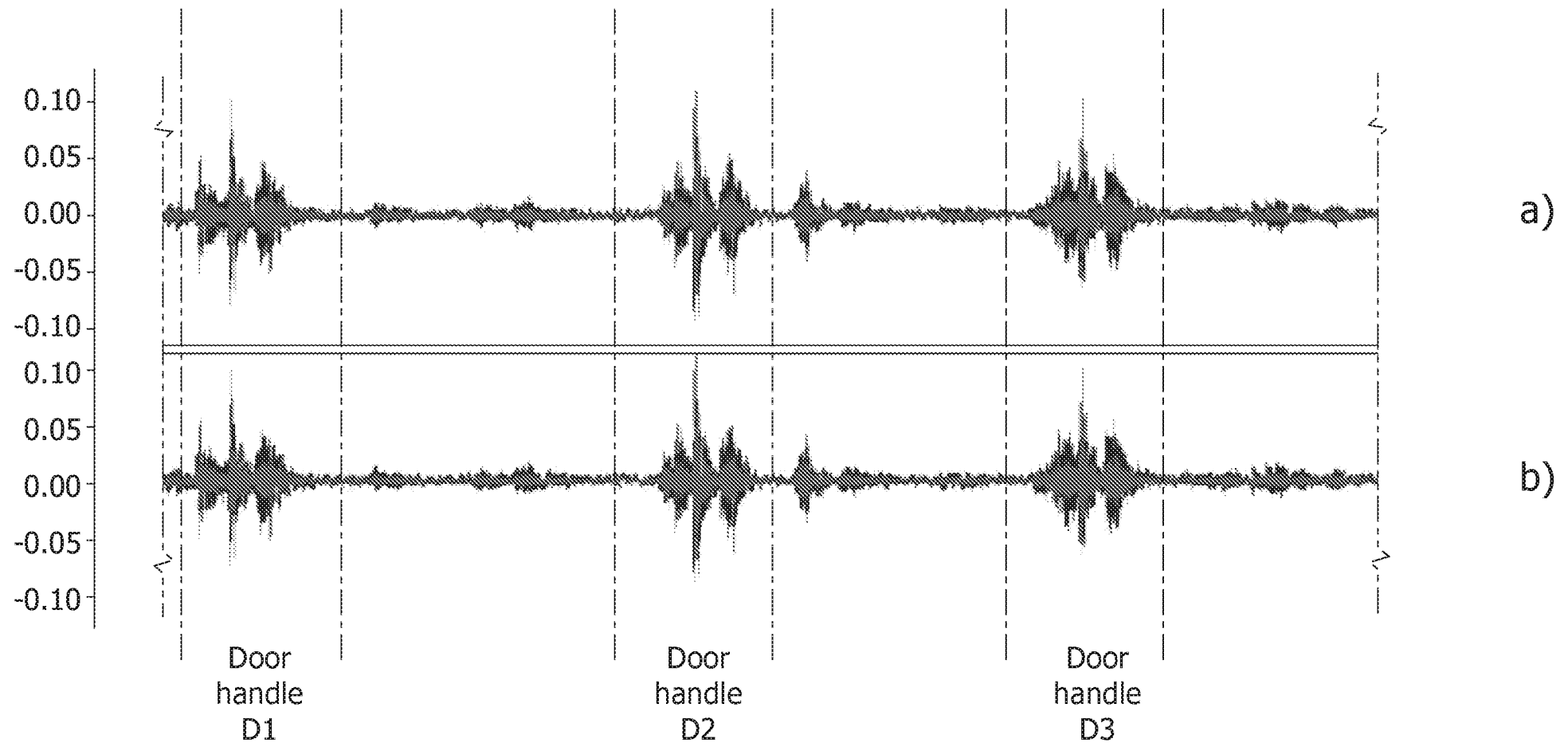


FIG. 5

