



Lezione 18



Programmazione Android



- Accesso ai sensori
 - Framework per i sensori di sistema



Accesso ai sensori

Gestione dei sensori



- Android implementa un sistema di gestione dei sensori del tutto **generico**
 - Pronto per essere esteso a tipi di sensori diversi
 - Meccanismi simili, valori **da interpretare**
- Servizio di sistema: **SensorManager**



```
SensorManager sm = (SensorManager) getSystemService(Context.SENSOR_SERVICE) ;
```



```
sm = getSystemService(Context.SENSOR_SERVICE) as SensorManager
```

- Come per altri servizi: una volta ottenuto un handle, si possono chiamare metodi

Sensor discovery



- Per recuperare l'elenco di tutti i sensori presenti sul dispositivo:

```
List<Sensor> list = sm.getSensorList(Sensor.TYPE_ALL) ;
```

- Ogni Sensor descrive un particolare sensore
 - Type
 - Name, vendor, version
 - Max range, min delay, resolution, power
- Si può avere più di un sensore per tipo
 - Uno è quello usato per default

Sensor discovery

- Per ottenere il sensore di default (quello “standard”) per un certo tipo:

```
Sensor sens = sm.getDefaultSensor(tipo);
```

- Per ottenere la lista di tutti i sensori di un certo tipo:

```
List<Sensor> list = sm.getSensorList(tipo);
```



Tipi di sensori



| | |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| TYPE_ACCELEROMETER | A constant describing an accelerometer sensor type. |
| TYPE_ALL | A constant describing all sensor types. |
| TYPE_AMBIENT_TEMPERATURE | A constant describing an ambient temperature sensor type. |
| TYPE_GAME_ROTATION_VECTOR | A constant describing an uncalibrated rotation vector sensor type. |
| TYPE_GEOMAGNETIC_ROTATION_VECTOR | A constant describing a geo-magnetic rotation vector. |
| TYPE_GRAVITY | A constant describing a gravity sensor type. |
| TYPE_GYROSCOPE | A constant describing a gyroscope sensor type. |
| TYPE_GYROSCOPE_UNCALIBRATED | A constant describing an uncalibrated gyroscope sensor type. |
| TYPE_HEART_RATE | A constant describing a heart rate monitor. |
| TYPE_LIGHT | A constant describing a light sensor type. |
| TYPE_LINEAR_ACCELERATION | A constant describing a linear acceleration sensor type. |
| TYPE_MAGNETIC_FIELD | A constant describing a magnetic field sensor type. |
| TYPE_MAGNETIC_FIELD_UNCALIBRATED | A constant describing an uncalibrated magnetic field sensor type. |
| TYPE_PRESSURE | A constant describing a pressure sensor type. |
| TYPE_PROXIMITY | A constant describing a proximity sensor type. |
| TYPE_RELATIVE_HUMIDITY | A constant describing a relative humidity sensor type. |
| TYPE_ROTATION_VECTOR | A constant describing a rotation vector sensor type. |
| TYPE_SIGNIFICANT_MOTION | A constant describing a significant motion trigger sensor. |
| TYPE_STEP_COUNTER | A constant describing a step counter sensor. |
| TYPE_STEP_DETECTOR | A constant describing a step detector sensor. |

Tipi di sensori

- Alcuni di questi sensori saranno veri **sensori hardware**
- Altri saranno **sensori software**
 - Utilizzano i sensori hardware per ottenere informazioni
 - Esempi:
 - Integrando un sensore di accelerazione, si può ottenere un sensore di velocità
 - Con un filtro passa-basso sull'accelerazione, si può determinare la forza di gravità
- Non occorre distinguerli (dipende dai dispositivi)

Sensori necessari

- Si può controllare la disponibilità di un tipo particolare di sensore necessario a run-time, come visto

- Ma si può anche usare AndroidManifest.xml:

```
<uses-feature  
    android:name="android.hardware.sensor.compass"  
    android:required="true"  
>
```

- L'app non sarà installabile su device senza **bussola**

Leggere i sensori

- Come è di regola su Android, è il sistema a chiamare il nostro codice, non viceversa
- Si registra un listener (indicando anche con che frequenza vogliamo essere chiamati)
- Il SensorManager chiamerà poi i nostri listener
 - *Forse* con la frequenza richiesta, più o meno...
 - In genere, con frequenza non minore di quella richiesta
 - Ma si sa, il multitasking... lo scheduler... il garbage collector... arriva una chiamata... gli alieni... le cavallette...

Casi di callback

- **SensorEventListener**
 - **onSensorChanged()**
 - Cambia il valore letto dal sensore
 - Per esempio, leggo la bussola e il telefono viene ruotato
 - **onAccuracyChanged()**
 - Cambia l'accuracy del sensore
 - Per esempio, passo dalla localizzazione GPS a quella radio
 - Psst... il GPS non è letto come un sensore, è solo un esempio!
- **È assai sensato registrare il listener nella onResume() e de-registrarlo nella onPause()**

Registrazione & Deregistrazione



```
boolean success = sm.registerListener(  
    SensorEventListener l,  
    Sensor sens,  
    int rate  
);
```

- Registra **l** per essere informato degli eventi relativi a **sens**, con una frequenza di circa **rate**
 - **rate** è espresso in microsecondi (1M = 1 sec)
 - SENSOR_DELAY_NORMAL = 200.000 μ s = 5 per sec
 - SENSOR_DELAY_GAME = 20.000 μ s = 50 per sec
 - SENSOR_DELAY_UI = 60.000 μ s = 16.7 per sec
 - SENSOR_DELAY_FASTEST = 0 μ s = max possibile

3.0+



Registrazione & Deregistrazione



```
boolean success = sm.registerListener(  
    SensorEventListener l,  
    Sensor sens,  
    int rate  
);
```

- Registra **l** per essere informato degli eventi relativi a **sens**, con una frequenza di circa **rate**
 - **l** può essere un listener creato ad-hoc
 - Anonymous inner class
 - Lo stesso listener può essere registrato su più sensori
 - Come al solito, l'Activity stessa può essere il listener

Registrazione & Deregistrazione



- Per deregistrare un listener:
 - Da uno specifico sensore
`sm.unregisterListener(l, sens) ;`
 - Da tutti i sensori su cui è registrato
`sm.unregisterListener(l) ;`
- Deregistrare i listener quando non state usando i sensori è critico
 - Altrimenti, la CPU non va mai in sleep
 - Batteria esaurita prima che ve ne accorgiate...

SensorEventListener



```
package android.hardware;  
  
public interface SensorEventListener {  
    public void onSensorChanged(SensorEvent event) ;  
    public void onAccuracyChanged(Sensor sens, int acc) ;  
}
```

- L'interfaccia del listener offre metodi per ricevere gli **eventi** (letture di valori) e le variazioni di **accuracy**
- Gli **eventi** sono codificati come SensorEvent
 - Contengono un campo **accuracy**...
- **L'accuracy** è codificata da valori discreti

L'accuracy



- **Non** si tratta di un valore di accuratezza del valore
 - Per quello c'è `sens.getResolution()`
- È un'indicazione relativa allo stato del sensore:

| | |
|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <code>SENSOR_STATUS_ACCURACY_HIGH</code> | This sensor is reporting data with maximum accuracy |
| <code>SENSOR_STATUS_ACCURACY_LOW</code> | This sensor is reporting data with low accuracy, calibration with the environment is needed |
| <code>SENSOR_STATUS_ACCURACY_MEDIUM</code> | This sensor is reporting data with an average level of accuracy, calibration with the environment may improve the readings |
| <code>SENSOR_STATUS_UNRELIABLE</code> | The values returned by this sensor cannot be trusted, calibration is needed or the environment doesn't allow readings |

L'accuracy

- Ogni singola lettura di valore contiene anche l'accuracy che il sensore aveva in quel momento
- Spesso `onAccuracyChanged()` non serve
 - Quando serve, è per invitare l'utente a iniziare un processo di ri-calibrazione
 - Più spesso, si dà un'implementazione vuota
- Implementarla è comunque obbligatorio!

I SensorEvent

```
package android.hardware;  
  
public class SensorEvent {  
    public final float[] values;  
    public Sensor sensor;  
    public int accuracy;  
    public long timestamp;  
  
    SensorEvent(int size) {  
        values = new float[size];  
    }  
}
```

- Un SensorEvent incapsula:
 - Un numero **variabile** di valori float che rappresentano la lettura del sensore
 - Il sensore da cui vengono i valori
 - L'accuratezza del sensore al momento della lettura
 - L'istante della lettura

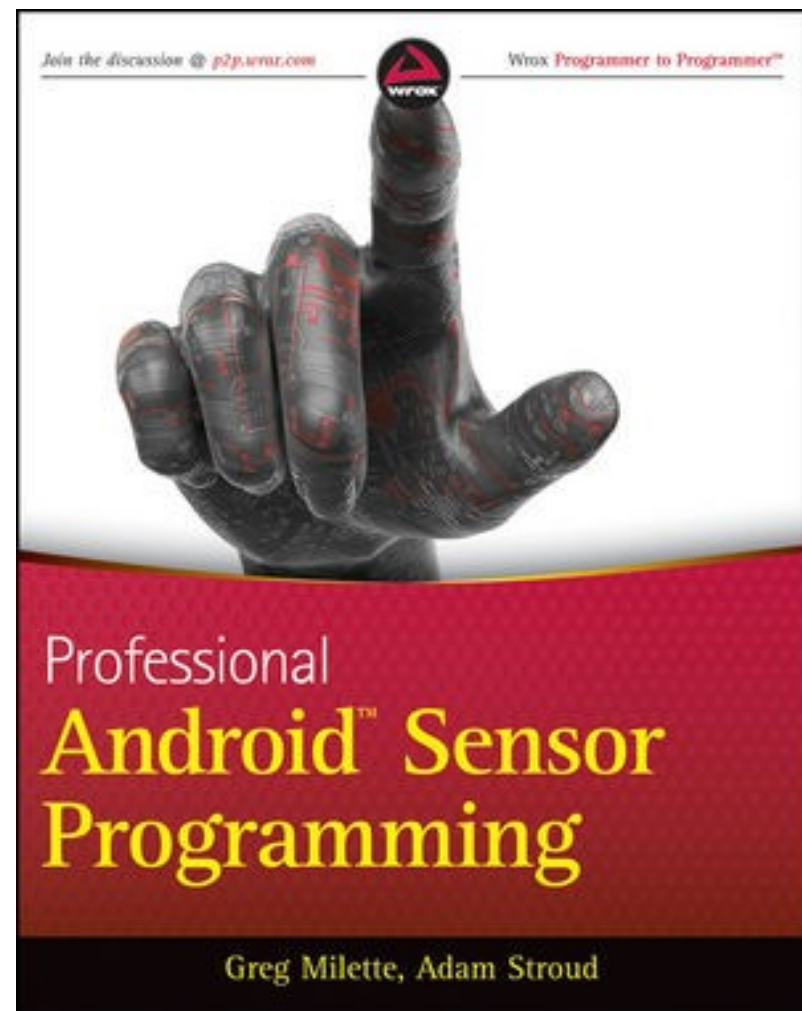
I valori degli eventi

- L'interpretazione di **values** dipende dal sensore
- Esempi:
 - TYPE_AMBIENT_TEMPERATURE
 - **values**[0] = temperatura ambiente in °C
 - TYPE_MAGNETIC_FIELD
 - **values**[0] = componente x del campo magnetico in μT
 - **values**[1] = componente y del campo magnetico in μT
 - **values**[2] = componente z del campo magnetico in μT
- Indispensabile rifarsi alla documentazione

Sensori posizionali e di movimento



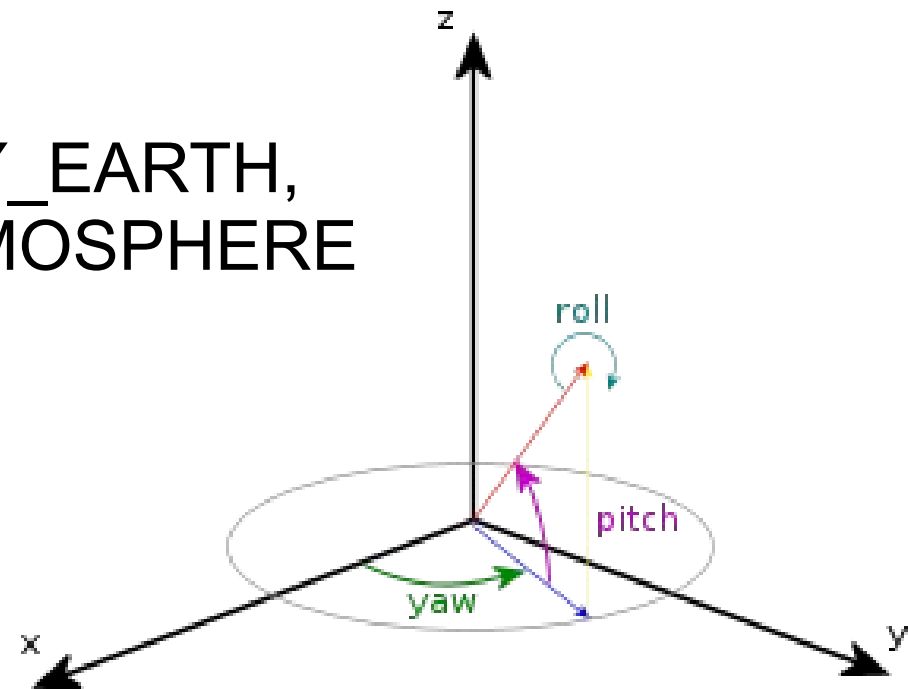
- In particolare, la gestione di coordinate, velocità e accelerazioni 3D è **complicata**
 - Diversi sistemi di riferimento
 - Il dispositivo può essere a sua volta ruotato, o tenuto in mano in modi diversi, o può essere a bordo di un veicolo in movimento, o su un aereo in picchiata...



Sensori posizionali e di movimento



- La classe `SensorManager` fornisce un certo numero di metodi e costanti di utilità
 - `getInclination()`, `getOrientation()`,
`getQuaternionFromVector()`,
`getRotationMatrixFromVector()`
 - `LIGHT_FULLMOON`, `GRAVITY_EARTH`,
`PRESSURE_STANDARD_ATMOSPHERE`
- E altri di inutilità...
 - `SENSOR_TRICORDER`,
`GRAVITY_SATURN`,
`GRAVITY_DEATH_STAR_I`



Cautele varie

- In generale
 - + precisione → + batteria
 - + frequenza → + batteria
- Mai lasciare i listener registrati più del dovuto
- Considerare approcci adattivi
 - Leggo poco e male quando non serve, aumento frequenza e precisione quando serve
- Non dedicarsi a operazioni lente nei metodi on...()
 - Semmai, memorizzare il valore in una struttura dati e processarlo su un altro thread
 - Sincronizzazione!
 - Il thread di processing può avere un suo tempo di ciclo, diverso da quello di lettura del sensore

Cautele varie

- Il `SensorEvent` passato al listener rimane di proprietà del `SensorManager`
 - Mai tenere dei riferimenti all'evento che restano anche dopo il ritorno da `onSensorChanged()`
- Il `SensorManager` potrebbe usare un *pool* di `SensorEvent`
 - Per evitare di fare una **new** per ogni lettura
 - In questo caso, gli stessi oggetti vengono riciclati più volte

Cautele varie



```
SensorEvent getFromPool() {  
    SensorEvent t = null;  
    synchronized (this) {  
        if (mNumItemsInPool > 0) {  
            // remove the "top" item from the pool  
            final int index = mPoolSize - mNumItemsInPool;  
            t = mPool[index];  
            mPool[index] = null;  
            mNumItemsInPool--;  
        }  
    }  
    if (t == null) {  
        // the pool was empty or this item  
        // was removed from the pool for  
        // the first time. In any case,  
        // we need to create a new item.  
        t = createSensorEvent();  
    }  
    return t;  
}
```

protected static final class SensorEventPool
(dentro SensorManager)

```
void returnToPool(SensorEvent t) {  
    synchronized (this) {  
        // is there space left in the pool?  
        if (mNumItemsInPool < mPoolSize) {  
            // if so, return the item to the pool  
            mNumItemsInPool++;  
            final int index = mPoolSize - mNumItemsInPool;  
            mPool[index] = t;  
        }  
    }  
}
```


Cautele varie

- Ogni sensore ha un suo **reporting mode** che specifica quando viene inviato un `SensorEvent`
 - Il RM di un sensore è fisso, e dipende dal tipo di sensore
 - **Continuous**: viene chiamato `onSensorChanged()` secondo gli intervalli specificati
 - **On-change**: viene chiamato `onSensorChanged()` solo quando il valore letto cambia rispetto al precedente, ma comunque non più frequentemente dell'intervallo
 - **One-shot**: il sensore manda un singolo evento e si disattiva

Cautele varie

- Come al solito, Android restringe alcune attività nel caso di componenti in background:
 - Da Android 9 (API 28) in poi, se il vostro componente è in background, **non riceve eventi dai sensori**
 - Il pattern tipico consiste nell'implementare un **service in foreground** (che abbiamo già visto) per ricevere gli eventi, ed eventualmente fornirli a richiesta al componente di destinazione
 - Per esempio, il service potrebbe essere bound a un'activity, che al momento buono può chiamare un metodo per ricevere in batch tutti gli eventi registrati durante la fase in background.