

Examen Systèmes Ambiants et Mobiles

Session 1 / Mardi 15 Décembre 2020
10:00 - 12:00 bat.1TP1 s.B19 bis

Documents non autorisés

I - Concepts

a) Que savez-vous des différences entre un réseau **LoRaWAN** et un réseau **SIGFOX** ?

Quelle solution préconiseriez-vous pour la remontée des data de capteurs qui seraient:

- concentrés sur un site ?
- chez des particuliers à travers tout un pays ?

b) Expliquez en quoi le mode **daisy-chain** du bus SPI diffère de la connexion classique à un composant SPI ?

Considérez le cas d'un ruban de 12 leds où chacune dispose d'un registre interne sur 8 bits:

- dessinez le synoptique de câblage du master SPi et des 12 leds,
- décrivez la séquence des opérations pour allumer la première et la dernière led.
(simplification: si les 8bits de la led sont à '1', elle s'allume)

c) Pourquoi ne peut-on piloter directement une **led blanche** à partir des GPIO d'un Raspberry Pi ?
Proposez une solution électronique qui le permette (un croquis étaiera la solution que vous justifierez).

d) En électronique, pouvez-vous expliquer en quoi consiste une sortie dite à **collecteur ouvert** ?
Quelle(s) différence(s) avec la sortie dite **totem-pole** ? Quid des bus **I2C** et **SPI** ?

Vous pouvez, le cas échéant, étayer vos propos par un croquis.

II - Bus de communications

On dispose d'un Raspberry Pi et d'un écran OLED monochrome connecté en bus SPI. Les caractéristiques de l'écran sont les suivantes:

- résolution de 128 x 64 pixels,
- chaque pixel est codé sur 1 octet (niveaux de gris)

a) En considérant la vitesse standard du bus SPI, quelle est la fréquence de rafraîchissement de l'écran (i.e le nombre d'images par seconde) ?

b) On souhaite à présent éloigner cet écran du RPi; pour ce faire, nous allons passer sur une version en bus I2C. Compte-tenu de la fréquence par défaut de ce bus, quelle sera la fréquence de rafraîchissement de l'écran ?

A présent, sur ce même Raspberry Pi, on connecte cette fois des capteurs sur le bus I2C. **Entre autres** sont connectés des capteurs de température TCN75A et des capteurs de luminosité TSL2561.

Le fabricant du capteur de température TCN75A définit lors du processus de fabrication du circuit un certain nombre de bits d'adresses positionnés à une valeur fixe (A6,A5,A4 et A3). Les bits configurables par l'utilisateur sont A2, A1 et A0 : ils peuvent prendre une valeur 1 (VCC) ou 0 (GND)

- capteur de température TCN75A

A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0
1	0	0	1			

Table 1 - Adresse I2C partiellement configurable du TCN75A.

Le capteur de luminosité TSL2561 dispose quant à lui d'une seule ligne d'adresse notée A0 qui peut prendre les états 1 (VCC), 0 (GND) ou flottant (ligne en l'air) :

- capteur de luminosité TSL2561

	A0 = 1 (VCC)	A0 = 0 (GND)	A0 = float
i2c address	0101001	0111001	1001001

Table 2 - Adresses I2C possibles du TSL2561.

La configuration complète de ces capteurs I2C connectés au Raspberry Pi comprend **notamment** un certain nombre de TCN75A et de TSL2561.

a) Le résultat d'un scan du bus i2c renvoie le résultat suivant :

```

root@xxx[~] i2cdetect -y 1
    0  1  2  3  4  5  6  7  8  9  a  b  c  d  e  f
00:  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --
10:  --  --  --  --  --  --  --  --  --  19  --  --  --  --  --  --
20:  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --
30:  --  --  --  --  --  --  --  --  --  39  --  --  --  --  --  --
40:  --  --  --  --  --  --  --  --  48  49  --  --  --  --  4e  4f
50:  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --
60:  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --
70:  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --

```

Note : ce sont les adresses i2c de base.

Combien de capteurs de température et de luminosité sont connectés sur ce bus i2c ? Avec quelles adresses ? Argumentez votre réponse.

b) Lors d'une opération (lecture ou écriture), le Raspberry Pi accède à l'adresse **0x9C**.

Avec quel composant le Raspberry est-il entré en communication ? De quel type d'opération s'agit-il ?

c) quelle est l'adresse I2C de l'écran OLED ?

d) Il arrive fréquemment dans les systèmes embarqués que l'on doive mixer des circuits fonctionnant avec des tensions d'alimentation différentes. On considère le cas suivant:

- un système hôte type Raspberry Pi en 3v3
- (a) un capteur en 5v sur bus SPI
- (b) un capteur en 5v sur bus I2C

Etablir le schéma de connexion entre le Raspberry Pi et le capteur **(a)** (i.e bus SPI). Quelle(s) précaution(s) doit-on prendre ?

Etablir cette fois le même schéma entre le Raspberry Pi et le capteur **(b)** (i.e bus I2C). Expliquez pourquoi le système fonctionne néanmoins.

III - Python

On considère la liste suivante:

```
my_list = [ [0,0x12], [0,0x13], [1,0x25], [1,0x42], [0,0x28], [-1,0x7C], [0,0x7B] ]
```

Chaque élément de la liste `my_list` est lui-même une liste à deux éléments : le premier élément est le numéro de bus i2c, le second l'adresse i2c d'un capteur sur le bus indiqué dans le premier élément. A noter que le bus i2c noté `'-1'` correspond au bus i2c par défaut (le bus `'0'`).

a) Vous écrivez une fonction python qui renvoie la liste des capteurs en fonction du numéro de bus i2c.

```
def sensor_list( device_list, i2c_bus=0 ):
    _____
    _____
    _____

sensor_list( my_list )
cet appel doit renvoyer [ 0x12, 0x13, 0x28, 0x7C, 0x7B ]
```

b) En mettant cette fois en oeuvre la fonctionnalité **'list comprehension'**, vous écrivez le code python qui va renvoyer la liste des capteurs i2c présents sur le bus i2c par défaut (i.e. bus `'0'`)

IV - IoT & multi-agents

Partie 1 / IoT

Dans le contexte de la sécurisation du campus, on souhaite déployer un système de vidéosurveillance. A cette fin, trois éléments sont mis en oeuvre :

- des caméras IP connectées au réseau du campus,
- une application ambiante de gestion de la sécurité,
- une plateforme d'enregistrement vidéo.



A l'extérieur de chacun des trois bâtiments (U3, U4 et MRL) sont positionnées deux caméras. En intérieur, une caméra est positionnée dans chaque hall de bâtiment.

Chaque caméra dispose de deux modes de fonctionnement :

- *motion_detect* (par défaut),
- *continuous*

En mode *motion_detect*, la caméra envoie une image lorsque du mouvement est détecté. En mode *continuous*, la caméra envoie continuellement des images jusqu'à recevoir l'ordre de revenir au mode

par défaut.

L'application ambiante de gestion de la sécurité du campus va, en cas d'intrusion, basculer en mode *continuous* toutes les caméras intérieures du bâtiment concerné et toutes les caméras extérieures de tous les bâtiments. En parallèle, elle va donner l'ordre à la plateforme d'enregistrement vidéo de stocker toutes les images en provenance des caméras.

La plateforme d'enregistrement vidéo comprend deux ordres:

- *start_recording*
- *stop_recording* (par défaut)

Lorsqu'elle reçoit l'ordre *start_recording*, la plateforme commence à enregistrer toutes les images en provenance des caméras.

Tous les éléments mis en œuvre (i.e caméras, application ambiante et plateforme vidéo) communiquent via le protocole MQTT. Pour simplifier l'implémentation, nous ferons abstraction des règles de connexion au broker en ne considérant que les méthodes ***publish*** et ***subscribe***.

a) Proposez une infrastructure matérielle, logicielle et réseau qui satisfasse aux besoins exprimés ci-dessus

b) Proposez un schéma des communications entre les différents éléments de la plateforme (caméras, app. ambiante, plateforme enregistrement vidéo): les topics MQTT associés à chaque élément/composant/capteur/effecteur etc, le cas échéant les éventuels services Web dont vous pourriez avoir besoin etc.

c) compte-tenu des topics MQTT que vous avez proposé, quelle(s) est(sont) les topics auquel(s) doit souscrire la plateforme d'enregistrement vidéo ? Comment minimiser ces souscriptions ?

Partie 2 / Systèmes multi-agents [SUR FEUILLE SÉPARÉE]

Toute réponse non justifiée ne sera pas prise en compte.

1) Soient les caractéristiques d'un environnement :

- Un environnement accessible est un environnement dans lequel un agent peut obtenir une information complète, précise et à jour à propos de l'état de son environnement. Un environnement inaccessible est un environnement qui n'est pas accessible au sens précédemment énoncé, i.e. un agent ne peut connaître de manière complète et précise l'état de son environnement.

- Un environnement déterministe est un environnement dans lequel toute action à un effet unique garanti – il n'y a aucune incertitude quant à l'état de l'environnement résultant de l'action de l'agent. Un environnement non-déterministe est un environnement qui n'est pas déterministe au sens précédemment énoncé, i.e. on ne peut prédire l'état résultant de l'action d'un agent.

- Un environnement statique est un environnement qui ne subit aucun changement de son état si ce n'est par les actions exécutées par les agents. Au contraire, un environnement dynamique est un environnement ayant des processus agissant sur lui et qui, en conséquence, change au-delà de tout contrôle de la part des agents.

- Un environnement est discret s'il n'y a qu'un nombre fixé et fini d'actions et de perceptions possibles sur lui. Un environnement continu est un environnement qui n'est pas discret au sens précédemment énoncé.

Définir l'environnement du point de vue d'un agent et le caractériser en termes d'accessibilité, de déterminisme, de dynamique et du fait qu'il soit continu dans les cas suivants :

- d'agents capteurs et effecteurs pour la gestion d'énergie dans un smart building,
- d'agents proies et d'agents prédateurs dans une simulation de poursuite d'agneaux par des loups.

2) Veuillez définir si les entités suivantes sont ou non des agents :

- Une machine à laver dans un appartement,
- Un drone dans une flotte de drones chargée de surveiller un territoire.