

UBO

[Lab-sticc.univ-brest.fr/~babau/](http://Lab-sticc.univ-brest.fr/~babau/)

Interfaces de communication  
pour systèmes embarqués

Jean-Philippe Babau

Département Informatique, UFR Sciences, UBO  
Laboratoire LISyC

[jean-philippe.babau@univ-brest.fr](mailto:jean-philippe.babau@univ-brest.fr)

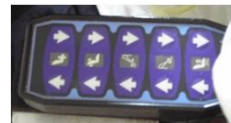
UBO

[jean-philippe.babau@univ-brest.fr](mailto:jean-philippe.babau@univ-brest.fr)

UBO

## Communications pour l'embarqué

- **IHM : image du produit**
- **Aspects matériels de la communication**
  - . Intégration dans le système
  - . Coût
  - . Fournisseur et technologies
  - . Consommation
  - . Interaction locale ou à distance
  
  - . Matériel dédié pour intégrer les modules d'entrée/sortie
- **Aspects logiciels**
  - . Design de l'IHM
  - . Drivers des périphériques d'entrée/sortie
    - ~ Spécifique à la carte et à l'OS
  - . Protocoles de communication
    - ~ Niveau applicatif et couches basses



jean-philippe.babau@univ-brest.fr

UBO

## Modes d'interaction

- **« pas d'IHM »**
  - . Système enfoui : invisible et caché
  - . Système critique : limitation des interactions
  - . IHM au développement pour la mise au point
  - . IHM via des capteurs
- **IHM spécifique**
- **Interaction via un réseau**
  - . Protocole générique Vs protocole dédié
  - . Interopérabilité Vs (spécificité du domaine et performances)
- **Adaptation des interactions selon l'utilisation**
  - . Processus physique : capteurs/actionneurs
  - . Opérateur : IHM
  - . Système distant (opérateur ou autre système) : réseau

jean-philippe.babau@univ-brest.fr

UBO

## Objectifs

- “ IHM
  - . Les entités
  - . Les usages
  - . Mise en place
  
- “ Communications distantes
  - . Les technologies
  - . Les protocoles
    - “ Sans fil
    - “ Réseaux de terrain
  - . Impact du matériel
  
- “ Protocoles applicatifs

jean-philippe.babau@univ-brest.fr

UBO

## Objectifs

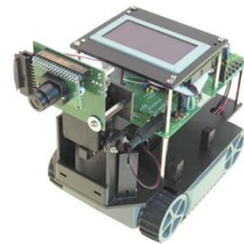
- “ IHM
  - . Les entités
  - . Les usages
  - . Mise en place
  
- “ Communications distantes
  - . Les technologies
  - . Les protocoles
    - “ Sans fil
    - “ Réseaux de terrain
  - . Impact du matériel
  
- “ Protocoles applicatifs

jean-philippe.babau@univ-brest.fr

UBO

## IHM : les sorties

- ~ Afficheurs
  - . 7 segments
- ~ Lumières
  - . Leds, matrices à leds
- ~ Ecran LCD
  - . Nombre de lignes et de caractères limités
  - . Police spécifique
    - ~ Polices programmables, mais modifications limitées
- ~ Ecrans graphiques
  - . Couleurs, pixels,  $\phi$
  - . Mémoire intégrée (images)
- ~ Son
  - . Haut-Parleurs
  - . Son programmable : gestion de fichiers et format (taille limitée)
  - . Son pré-programmés



jean-philippe.babau@univ-brest.fr

UBO

## Utilisations

- ~ Mise au point et suivi d'exécution
  - . Mode DEBUG avec connexion JTAG
  - . Affichage écran
  - . Communication sur le réseau (série ou USB)
- ~ Informations
  - . Fonctionnement : leds, barre d'état sur l'écran
  - . Applications : affichage écran ou communication sur le réseau
  - . Alertes : textes, images et sons
- ~ **Présentation à soigner**
  - . Seule vue du système : **image du produit**
  - . Compréhension du fonctionnement, de l'état du système
  - . « User-friendly »

jean-philippe.babau@univ-brest.fr

UBO

## IHM : les entrées

- " **Reset**
  - . RAZ  $\delta$  donc pertes de données
  - . Pas d'utilisation accidentelle possible
    - " Accessibilité réduite, protocole d'utilisation
- " **Boutons**
  - . Forme, couleur, position
  - . Fonctionnement (mono-stable, bi-stable)
- " **Clavier**
  - . Réduit et spécifique
- " **Ecrans virtuels**
  - . Dalle tactile
  - . Boutons et clavier virtuels
- " **Acquisition spécifique**
  - . Joystick, souris
- " **Objets d'interaction usuel**
  - . Automobile : volant, pédale de frein,  $\delta$  .



jean-philippe.babau@univ-brest.fr

UBO

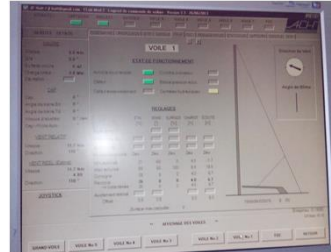
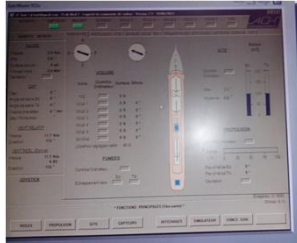
## Utilisations

- " **Mise au point**
  - . Valeurs d'entrée simulées
- " **Interactions**
  - . Consigne souhaitée
    - " Vitesse du véhicule, position du robot, température du four,  $\delta$
  - . Demandes d'information de l'utilisateur
- " **Usage spécifique à un domaine**
  - . IHM selon les standards du domaine
  - . Choisir un IHM pour opérateurs ou pour le grand public
- " **Systemes enfouis**
  - . Objets d'interaction usuel
  - . Habitudes et confiance

jean-philippe.babau@univ-brest.fr

UBO

## IHM de systèmes industriels



jean-philippe.babau@univ-brest.fr

UBO

## IHM : choix des entrées/sorties

- “ Usage
- “ Interface de connexion
  - . Série, I2C, CAN,  $\delta$
  - . Sans fil : périphérique bluetooth,  $\delta$
- “ Taille et encombrement
- “ Contraintes physiques
  - . Températures
  - . vibrations
- “ Prix
- “ Consommation énergétique

jean-philippe.babau@univ-brest.fr

UBO

## Mise en place d'un IHM

- Principes de conception
- Documentation iPhone d'Apple pour les smartphones
  - . iPhone Human Interface Guidelines
  - . <http://developer.apple.com/library/ios/documentation/userexperience/conceptual/mobilehig/MobileHIG.pdf>
- Tests sur Android
  - . Installer Android <http://www.pointgphone.com/tutoriel-installation-sdk-android-51>
  - . Créer un émulateur pour Android <http://developer.android.com/resources/tutorials/hello-world.html>

jean-philippe.babau@univ-brest.fr

UBO

## Mise en place d'un IHM pour l'embarqué

- Questions à se poser
  - . Quels sont les objectifs de l'application ?
  - . Quel type d'utilisateur ?
    - ˆ Expérience
    - ˆ Profil
  - . Pourquoi l'utilisateur utilise l'application ?
- Types d'applications
  - . Application « classique »
    - ˆ Du bureau (PC) à l'embarqué
  - . Utilitaires
    - ˆ Consultations
    - ˆ Actions simples
    - ˆ Gestion des préférences
  - . Application interactive
    - ˆ Contrôle de procédé
    - ˆ Jeux



jean-philippe.babau@univ-brest.fr

UBO

## Contraintes de l'embarqué

- **Taille de l'écran limitée**
  - . Se concentrer sur l'essentiel
  - . Bonne structuration de l'HM
  - . Aide en ligne minimale
- **Système spécifique**
  - . Langage et OS spécifique
  - . Drivers spécifiques
  - . Ressources (mémoire, processeur, réseau et énergie) limitées
  - . Développement optimisé et dédié

jean-philippe.babau@univ-brest.fr

UBO

## Contraintes de l'embarqué

- *On ne regarde qu'un écran à la fois*
- *On n'interagit qu'avec une seule application*
  - . Mono-tâche : l'utilisateur quitte une application pour en relancer une autre
  - . Multi-tâches : l'utilisateur peut avoir plusieurs applications lancées
    - “ Une seule application active à la fois (les autres en pause)
    - “ Bien gérer les contextes applicatifs et les « overhead » induits

jean-philippe.babau@univ-brest.fr



UBO

## Principes généraux

- **Etre percutant**
  - . L'utilisateur ne doit pas faire d'effort
  - . Reprendre des standards d'interaction
  - . Copier le réel
  - . Utiliser des métaphores (image, animation)
- **Soigner la présentation**
  - . Esthétique
  - . Personnalisation limitée mais visible
- **Textes courts**
  - . Synthétique
  - . Mettre l'accent sur l'activité principale
  - . Organiser les fenêtres et leur enchaînement



jean-philippe.babau@univ-brest.fr

UBO

## Principes généraux

- **Aider**
  - . Optimiser la saisie : liste, sélections, aide à la saisie
  - . Présenter des choix (pas de questions)
- **Afficher des retours**
  - . **L'utilisateur doit savoir ce qu'il se passe**
    - " Au niveau de l'application
    - " Au niveau du procédé
    - " Au niveau des connexions
  - . Couleurs, effets, animations
- **Donner le contrôle à l'utilisateur**
  - . Arrêt, pause



jean-philippe.babau@univ-brest.fr

## Organisation des fenêtres

- “ Lecture de haut en bas
- “ Zones
  - . Haut : barre d'état
    - “ Informations importantes
  - . Barre de navigation (exemple navigation dans les menus NXT)
    - “ Droite / Gauche
    - “ Monter / descendre
    - “ Valider / arrêter
  - . Milieu : activité principale
    - “ Placer en haut le plus important
  - . En bas : perspectives
- “ Enchaînement des fenêtres
  - . Hiérarchique : beaucoup d'information
  - . Liste : données de même niveau
  - . Fenêtre contextuelle
    - . Interruption de l'activité principale

## Mise en place des interactions

- **Boutons**
  - . Confirmation nécessaire ?
  - . Arrêt de la demande ?
- **Textes**
  - . Courts
  - . Polices
    - “ Pré-chargées
    - “ Peuvent être remplacées

## Mise en place des interactions

- **Sons**
  - . Si nécessaire à l'application
    - " Pas de son non désiré
  - . Configuration silencieuse
  - . Modification du volume
  - . Réglage pour toutes les applications et par application
- **Retours à l'utilisateur**
  - . Données applicatives
  - . Indicateurs
    - " De progression et d'activité
    - " Pour l'application, pour le procédé et les connexions
  - . Situation
    - " Au sein de l'application
- **Alerte**
  - . Texte (avec confirmation), son, animation

## Conclusion sur les IHM dans le maritime

- **Centré utilisateur**
  - . Simple à utiliser
  - . Confiance de l'utilisateur
- **Développements spécifiques et optimisés**
  - . Contraintes générales de le maritime
- **Structuration et ergonomie des IHM**

UBO

## Objectifs

- “ IHM
  - . Les entités
  - . Les usages
  - . Mise en place
  
- “ Communications distantes
  - . Les technologies
  - . Les protocoles
    - “ Sans fil
    - “ Réseaux de terrain
  - . Impact du matériel
  
- “ Protocoles applicatifs

jean-philippe.babau@univ-brest.fr

UBO

## La communication

- “ Liaison série
  - . 1 ou 2 ports par processeur/carte, cartes dédiées (16 E/S ou plus)
  - . protocole dédié
  
- “ Réseaux sans fil
  - . RFID
  - . Mode connecté : irDA, bluetooth, ZigBee
  - . Consommation
  
- “ Réseaux et protocoles classiques
  - . socket
  - . protocoles dédiés
  - . internet
  
- “ Réseau de terrain
  - . Composants actifs et passifs : I2C
  - . Automobile : CAN, TTP, FlexRay
  - . Ferroviaire : FIP
  - . Avionique : ARINC
  - . Limité aux couches MAC (1/2/3)

jean-philippe.babau@univ-brest.fr

UBO

## Les besoins

- “ Gestion distante de périphériques
  - . Configuration
    - “ Initialisation, modes de marche,  $\delta$
  - . Opérations
    - “ Dépendantes du périphérique
    - “ Contrôle, suivi
- “ Partage de données
  - . Variables d'environnement
    - “ Température, vitesse,  $\delta$
  - . Etat d'un périphérique
    - “ Marche/arrêt, état des composants (capteurs, actionneurs)
  - . Fichiers
    - “ Multimédia, internet
  - . Opérations
    - “ Lecture ou écriture de données

jean-philippe.babau@univ-brest.fr

UBO

## Consultation de données embarqués

- “ Outils de mémorisation
  - . EEPROM (Flash)
    - “ Nombre d'écritures de 100 000 à 1000 000
- “ Limites de mémorisation
  - . Durée
    - “ seconde en 16 bits non signé : 18 heures ,12 minutes et 15 secondes
    - “ seconde en 32 bits : 136 ans
    - “ ms 32 bits non signé : un peu moins de 50 jours
  - . Compteurs
    - “ 16 bits : 65535
      - . 20 opérations par jour pendant un peu moins de 9ans
- “ Format de stockage
  - . Spécifique et optimisé
- “ Consultation
  - . Mise en forme
  - . RAZ

jean-philippe.babau@univ-brest.fr

## La communication

### ~ Liaison série

- . Medium classique de l'industriel
  - ~ Lien privilégié avec un périphérique
- . Protocole dédié
  - ~ Forme générale

Octets de début de trame (BOF)	DATA	CRC	octets de fin de trame (EOF)
--------------------------------	------	-----	------------------------------

#### ~ DATA

- . Nombre d'octets variable
  - » Length + Data
- . Nombre d'octets fixe
  - » codeAppel sur 1 octet + n paramètres (n octets)
  - » Bourrage si nécessaire
- ~ Exemples : Carte à puce (cf. cours), norme NMEA pour les GPS,  $\delta$
- . Ports
  - ~ 1 ou 2 ports par processeur/carte
  - ~ cartes dédiées (16 E/S série ou plus)

### ~ Utilisation de réseaux et protocoles classiques

- . protocoles dédiés
- . Internet
  - ~ Adaptation à l'embarqué : WAP (Wireless Application Protocol)

jean-philippe.babau@univ-brest.fr

## La communication

### ~ Réseau de terrain

- . Relier plusieurs composants actifs et passifs
  - ~ Éviter les fils point à point
- . Généralement limité aux couches MAC (1/2/3)
- . Domaine de l'industriel
  - ~ Modbus, Profibus, CANOpen
- . Domaine du transport
  - ~ Automobile : CAN, TTP, FlexRay
  - ~ Ferroviaire : FIP, MVB
  - ~ Avionique : ARINC

### ~ Réseaux sans fil

- . RFID
- . Mode connecté : IrDA, bluetooth
- . Consommation
  - ~ Antenne, protocole

jean-philippe.babau@univ-brest.fr

UBO

## Objectifs

- “ IHM
  - . Les entités
  - . Les usages
  - . Mise en place
  
- “ Communications distantes
  - . Les technologies
  - . Les protocoles
    - “ Sans fil (RFID, IrDA, Bluetooth)
    - “ Réseaux de terrain
  - . Impact du matériel
  
- “ Protocoles applicatifs

jean-philippe.babau@univ-brest.fr

UBO

## RFID

- “ « Successeur » du code barre
  
- “ Etiquette passive
  - . Lecture seule, données non modifiables (ID, data)
  - . Capacité de 32 à 128 bits
  - . Distance de l'ordre de 10 cm
  - . Durée de vie quasi illimitée
  - . 5 centimes l'épaisseur, 0.15 mm x 0.15 mm
  - . Étiquette EPC (Code Produit Electronique), 96 bits
  
- “ Etiquette active
  - . Lecture et écriture
  - . Capacité jusqu'à 10 kbits
  - . Distance de l'ordre de 50 m
  - . Durée de vie limitée à 10 ans
  - . Pile interne extra-plate
  - . Quelques euros, 2 cm x 2 cm
  - . Suivi et historisation de produits, de passages, etc.

jean-philippe.babau@univ-brest.fr

### Principes

- . Communication infra-rouge
  - ~ IrDA Data, IrDA Control
- . Portée de 1 mètre pour IrDA Data, 5 mètres pour IrDA control
- . Angle 30° pour IrDA Data, 50° pour IrDA control
- . Débit
  - ~ 2400 à 115200 kbps, 1MB, 4 MB, 16 MB pour IrDA Data
  - ~ 75 kbps pour IrDA control
- . Transmission série
- . Bidirectionnel, pas de détection de collision
- . Couches
  - É IrPHY : représentation du bit, octet, trame
  - É IrLAP : connexion sûre pour transferts de données half-duplex point à point sans collision
  - É IrLMP : Multiplexage, résolution de conflit d'adresse, services

### IrPHY

- . Représentation physique du bit
  - É « pulse » de 3/16ème de bit : 0
  - É pas de signal sur la longueur du bit : 1
- . Octet
- . 1 bit de start (0) 8 bits 1 bit de stop (1)
- . Trame
  - n XBOF(0xFF) BOF(0xC0) DATA CRC16 EOF(0xC1)

### IrLAP et IrLMP

- . DATA
  - É 4 octets de plus
  - É Identifiants de connexion, noms, í



UBO

## IrDA et la QoS

### ↳ Contraintes

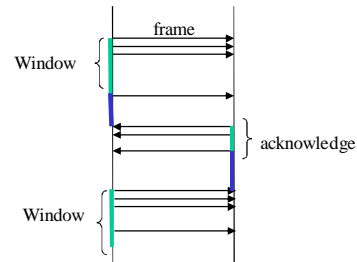
- ↳ Br : Baud rate (9,600 kbps, 11,52 kbps, ̄ , 16 Mbps)
- ↳ Link disconnect (3s, 8s, 12s, ̄ 40s)
- ↳ **MTt** : Maximum Turnaround Time (50ms, 100ms, 250ms, 500ms)
- ↳ **mtt** : minimum turnaround time (0ms, 0.01ms, ̄ , 5ms, 10ms)
- ↳ Window Size (1-127 frames)
- ↳ Frame Size (64B, 128B, ̄ , 2048B)
- ↳ Additional BOF

### ↳ Valeurs par défaut

- ↳ Br : 9.6 kbps, frame : 64 octets, 1 frame/window

### “ Négociations

- ↳ Le 1er premier périphérique envoie des paramètres de QoS
- ↳ Le 2ème envoie des paramètres possibles
- ↳ Type 0 : peut être modifié
- ↳ Type 1 : doit être le même



jean-philippe.babau@univ-brest.fr

UBO

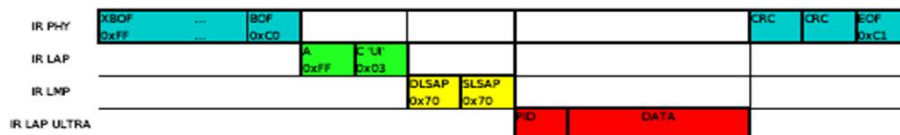
## IrDA Ultra

### “ Version simplifiée

- ↳ Mode non connecté
- ↳ 9600 bauds
- ↳ DATA : moins de 400 octets
- ↳ Implémenté dans moins de 1 Ko de ROM

### “ Compatibilité

- ↳ IrDA
- ↳ Utilisable sous Linux



jean-philippe.babau@univ-brest.fr

UBO

## IrDA

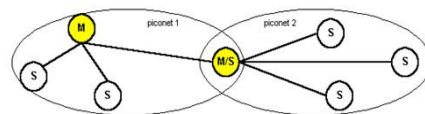
- “ Protocoles de plus haut niveau
  - . IAS : ensemble de services d'un périphérique (className + attributeName)
  - . IrCOM : émulation de ports séries ou parallèles
  - . Tiny TP : ftp
  - . IrOBEX : http
  - . IrTan-P
    - “ Photos, vidéos
- “ Caractéristiques et utilisation
  - . Taux d'erreur faible  $10^{-9}$
  - . Faible consommation
  - . Faible coût
  - . Mobilité des appareils
  - . Appareil fixes en communications
    - “ bureau
    - “ télécommande
    - “ téléchargement court

jean-philippe.babau@univ-brest.fr

UBO

## Bluetooth

- “ Principes
  - . Fréquence d'émission : 2,4 Ghz
  - . Distance de 10 mètres / 70 mètres
  - . Communication maître / esclave
    - “ Point à point
    - “ 7 esclaves maxi
  - . 255 connections maximum
    - “ 7 connections actives en même temps
  - . Réseaux de piconets (*scatternet*)
    - “ Un maître peut être esclave
    - “ Un esclave peut avoir deux maîtres
- “ Format
  - . Slot de 625 micro sec
  - . Code (72 bits) + en-tête (54 bits) + contenu (0/2745 bits)
  - . Code : synchronisation
  - . En-tête : adresse sur 3 bits + adresse MAC



jean-philippe.babau@univ-brest.fr

UBO

## Connexion

- “ Mode passif
  - . Écoute sur le réseau
  - . Consommation d'énergie, sécurité faible si pas de communication
- “ Procédure de connexion
  - . Phase de découverte
    - “ Découverte des points d'accès
    - “ Échange d'adresses
  - . Synchronisation avec les points d'accès (*paging*)
    - “ Horloge
  - . Découverte des services du point d'accès
    - “ Protocole *SDP (Service Discovery Protocol)*.
  - . Création d'un canal avec le point d'accès
  - . Pairage à l'aide d'un code PIN
    - “ Sécurité
    - “ Demande de confirmation à l'utilisateur (optionnel)
- “ Echanges
  - . Appel des services

jean-philippe.babau@univ-brest.fr

UBO

## Bluetooth

- “ Équivalent de l'USB dans le sans fil
- “ Domaine
  - . Faible consommation
  - . Systèmes mobiles grand public
  - . Bureautique

jean-philippe.babau@univ-brest.fr

UBO

## Objectifs

- “ IHM
  - . Les entités
  - . Les usages
  - . Mise en place
  
- “ Communications distantes
  - . Les technologies
  - . Les protocoles
    - “ Sans fil
    - “ Réseaux de terrain (I2C, CAN)
  - . Impact du matériel
  
- “ Protocoles applicatifs

jean-philippe.babau@univ-brest.fr

UBO

## I2C

- “ Inter-Integrated Circuit
  - . Philips
  - . SMBus, DDC
  
- “ Bus série
  - . 2 fils
    - “ SDA : signal Data
    - “ SCL : signal Clock
  - . Logique NAND
  
- “ Principes
  - . Communication point à point
  - . Adresse par périphérique ou par machine
  - . Multi maître / multi esclave
  - . Maître
    - “ Initie le transfert (émission ou réception)
      - . Prend le contrôle du bus
      - . Adresse les esclaves
    - “ Gère l'horloge
    - “ Stoppe le transfert
  - . Débit
    - “ 100 kbits / s en Standard-mode
    - “ 400 kbits / s en Fast-mode
    - “ 3.4 Mbits / s en High-speed-mode

jean-philippe.babau@univ-brest.fr

UBO

## I2C

- " Simple
  - . Peu coûteux
  - . Faible consommation
- " Systèmes hétérogènes
  - . Horloges
  - . Voltage
  - . Versions compatibles
- " Microcontrôleurs I2C
- " Non centralisé
  - . flexible
  - . 2 octets
- " Point à point

jean-philippe.babau@univ-brest.fr

UBO

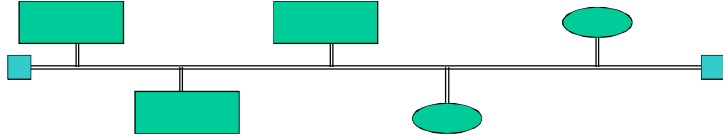
## CAN : principes

- " Réseau de terrain
- " Bosch, année 85
  - . Control Area Network
- " Domaine
  - . automobile
  - . grand volumes
- " Standard ISO (11519 et 11898)
- " Besoins
  - . Robuste
    - " Taux d'erreurs non détectées :  $10^{-11}$
  - . Systèmes hétérogènes, modulaires
  - . Réduction des câbles, du poids

jean-philippe.babau@univ-brest.fr

UBO

## CAN : principes



- ~ Bus série
  - . En général 1 paire torsadée avec bouchons (120 ohms)
- ~ **Diffusion** des trames
- ~ Machines, capteurs, actionneurs
- ~ Identifiant par trame et non par n°ud
- ~ Bit présent sur tout le réseau (CSMA/CD)
  - . durée(bit) > 2 x (délai de transmission du bit)
    - ~ En général 4 x (délai de transmission du bit)
  - . 40 mètres max pour un débit de 1Mbit/s
  - . 100 mètres max pour un débit de 500ko/s


jean-philippe.babau@univ-brest.fr

UBO

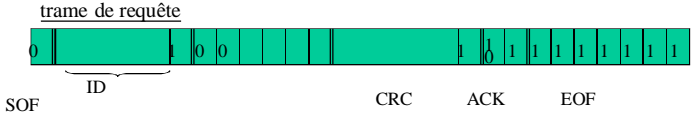
## trames de données et de requêtes

- ~ Longueur
  - . 44 bits + 8 octets maximum transmis
  - É sans bit-stuffing
  - . de 0 à 60% d'information utile

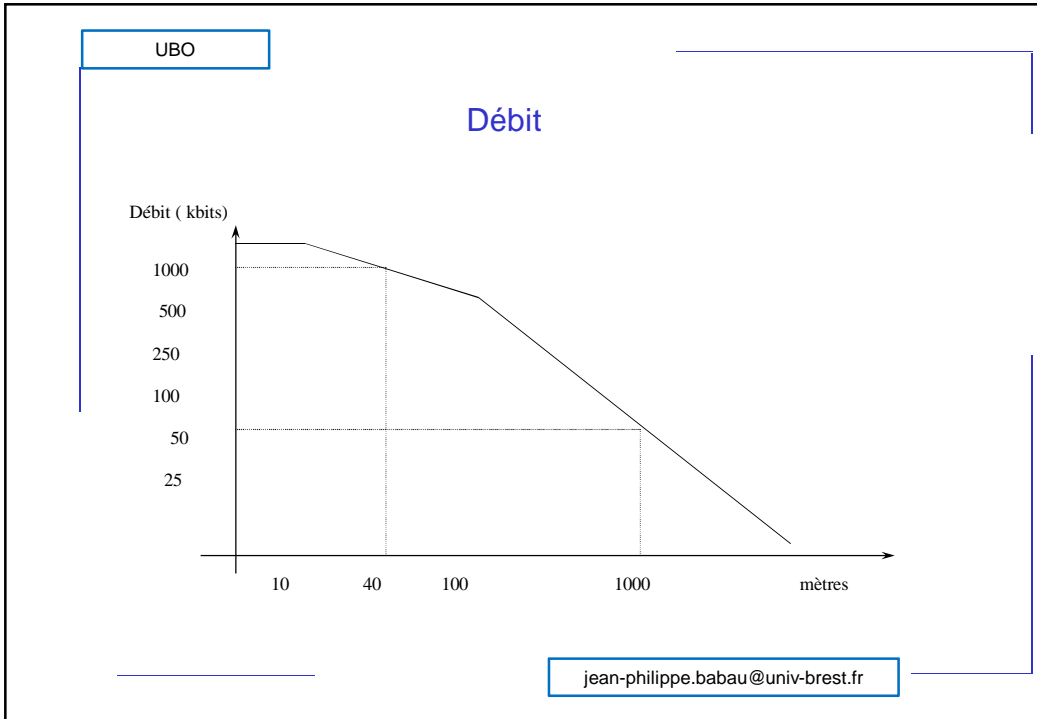
trame de donnée



trame de requête



jean-philippe.babau@univ-brest.fr



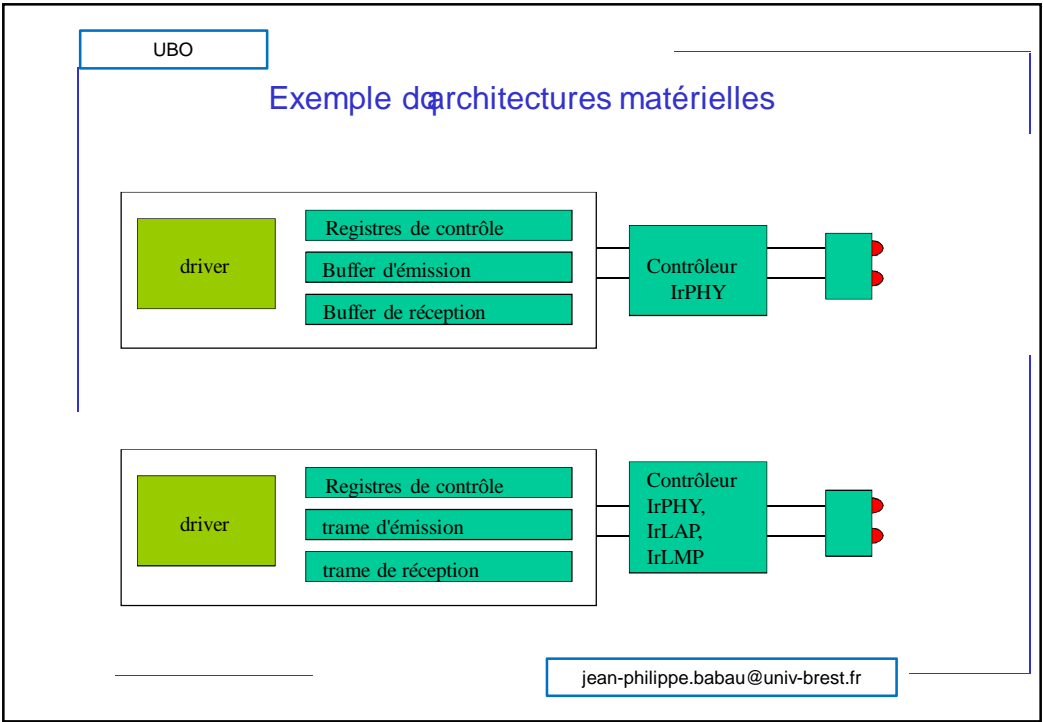
- UBO
- ## Les protocoles
- “ Sans fil
    - . Consommation
    - . Couches multiples
      - “ Profils de haut niveau
    - . Implémentations partielles et spécifiques
    - . Communication point à point
  - “ Réseaux de terrain
    - . Systèmes hétérogènes
      - “ Capteurs, actionneurs, IHM, microcontrôleurs, ♂
    - . Fiable
      - “ Détection des erreurs
    - . Débit et taille des données limitées
    - . Protocoles spécifiques à chaque domaine
- jean-philippe.babau@univ-brest.fr

UBO

## Objectifs

- “ IHM
  - . Les entités
  - . Les usages
  - . Mise en place
- “ Communications distantes
  - . Les technologies
  - . Les protocoles
    - “ Sans fil
    - “ Réseaux de terrain (I2C, CAN)
  - . Impact du matériel
- “ Protocoles applicatifs

jean-philippe.babau@univ-brest.fr





UBO

## Impact de architectures matérielles

- “ Toujours une partie du protocole sur un chip
  - . Au moins la couche physique et l'accès au medium
  - . Ensuite : « *plus ou moins* » « *selon les besoins* »
    - “ Chip C2120 : IrDA Physique ou C2150 : IrDA Physique + IrLAP + IrLMP
    - “ ZigBee, TCP/IP
- “ Utilisation de protocoles
  - . Intégration d'un composant matériel
- “ Logique câblée
  - . Plus efficace en temps et consommation
  - . Sécurité
  - . Version et pile protocolaire bloquées
  - . Peut limiter l'interopérabilité
    - “ Version spécifique du protocole
- “ Ajout de piles protocolaires
  - . Chip reprogrammable, SW (peut être lourd)
- “ Exemple sur le NXT
  - . Pile Bluetooth XX sur le chip CSR BlueCoreTM 4 v2.0

jean-philippe.babau@univ-brest.fr

UBO

## Objectifs

- “ IHM
  - . Les entités
  - . Les usages
  - . Mise en place
- “ Communications distantes
  - . Les technologies
  - . Les protocoles
    - “ Sans fil
    - “ Réseaux de terrain (I2C, CAN)
  - . Impact du matériel
- “ Protocoles applicatifs

jean-philippe.babau@univ-brest.fr

UBO

## Besoins

- " Suivi à distance
- " Maintenance
  - . Intégration d'outils de communication avec le code embarqué
- " Contrôle à distance
  - . Système débarqué et embarqué de contrôle
- " Données et événements
  - . Taille limitées
- " Intégration d'outils de communication avec le code embarqué
  - . Impact sur le code embarqué
- " QoS
  - . Gestion de l'énergie, prédictibilité

jean-philippe.babau@univ-brest.fr

UBO

## Trames

- " Format
  - . Début de trame
  - . Partie utile : Commandes + Data
  - . Codes de formatage des trames
  - . CRC
  - . Fin de trame : moins utile
- " Taille
  - . Longueur fixe
    - " Plus simple
    - " Bourrage si nécessaire
  - . Longueur variable
    - " Taille maximale bornée
    - " Transfert de fichiers
  - . Gros fichiers : découpage en plusieurs trames
- " Contrôle
  - . Couches basses
    - " À faire si non traité par couches basses (liaison série)
  - . Vérification de niveau applicatif : cohérence des données

jean-philippe.babau@univ-brest.fr

UBO

## Mode non connecté

- “ Principe de la télécommande
- “ Multi-Clients
- “ Simple à mettre en oeuvre
- “ Moins de sécurité (pas d'identification)

jean-philippe.babau@univ-brest.fr

UBO

## Mode connecté

- “ Identification
  - . Plus de sécurité
    - “ Adresse ou identifiant de connexion
  - . Gestion du mode connecté
    - “ En local et en distant
  - . Gestion des identifiants
    - “ Lors de la communication, serveurs, δ
  - . Déconnexion (trame, timeout)
- “ Gestion des connexions
  - . Problèmes
    - “ Le client « part » sans se déconnecter
      - . Communication régulières
      - . Timeout
    - “ Le serveur « plante » ou « ne répond plus »
      - . Timeout

jean-philippe.babau@univ-brest.fr

UBO

## Synchronisation des échanges

- “ Communication half-duplex
  - . Contraintes du matériel
  - . Besoins applicatifs
  - . Contrôles sur les communications
    - “ Pas de collisions
- “ Désynchronisation en full duplex

jean-philippe.babau@univ-brest.fr

UBO

## Protocoles de communication

- “ Transferts
  - . Limités aux informations utiles
  - . En continu Vs à la demande
- “ Protocoles
  - . Émission d'une demande . attente d'une réponse
  - . Découplage émissions et réceptions
  - . Groupage des demandes ou envois séparés
- “ Découpage
  - . Donnée trop importante en taille
  - . Identifiant de paquet
- “ Regroupements
  - . Réponses
  - . Diffusion de données

jean-philippe.babau@univ-brest.fr

UBO

## Modèle de communication « Pull »

- “ Requête du client / réponse du serveur
  - . Avec ou sans connexion
  - . Mono ou bidirectionnel
  
- “ Performances
  - . Un seul point de mise à jour des informations utiles
  - . 2 trames pour une consultation
  - . Fréquence des échanges initiée par le client
  
- “ Niveau de réponse à une requête
  - . Envoyé
    - “ Ack
  - . Reçu
    - “ Ack
  - . Traité
    - “ Réponse à la requête

jean-philippe.babau@univ-brest.fr

UBO

## Modèle de communication « Push »

- “ Diffusion
  - . À tous
  - . Aux abonnés
  
- “ Performances
  - . Plusieurs copies des informations utiles
  - . Une seule émission pour plusieurs clients
  - . Fréquence des échanges initiée par le diffuseur
    - “ Fréquence maximale des besoins exprimés par les clients
  
- “ Contexte d'utilisation
  - . Ok pour des systèmes fermés ou avec gestion des clients par le serveur
    - “ Réseaux de terrain
    - “ Gestion d'abonnés, communication serveur distant / serveur proche
  
  - . NoK si pb de performance, sécurité, pas de gestion des clients par le serveur

jean-philippe.babau@univ-brest.fr

UBO

## Profils réseau

### ” Besoins

- . Périphériques virtuels
- . Standards de communication

### ” Profils Bluetooth

- . Serial Port Profile (SPP) : profil de port série
- . Generic Object Exchange Profile (GOEP) : profil d'échange d'objets
- . File Transfer Profile (FTP) : profil de transfert de fichiers
- . Human Interface Device Profile (HID) : profil d'interface homme-machine
- . Audio Video Remote Control Profile (AVRCP) : profil de télécommande multimédia
- . Headset Profile (HSP) : profil d'oreillette
- . Basic Printing Profile (BPP) : profil d'impression basique
- . Fax Profile (FAX) : profil de télécopieur
- . Cordless Telephony Profile (CTP) : profil de téléphonie sans fil
- . Hands-Free Profile (HFP) : profil mains libres

### ” NXT

- . Démarrage / arrêt des programmes

jean-philippe.babau@univ-brest.fr

UBO

## Interopérabilité

### ” Niveau protocoles

- . Matériel et logiciel
- . Piles réellement implémentées

### ” Niveau appareil

- . Profils au dessus des piles protocolaires

### ” Niveau application

- . Protocole sécurisé

jean-philippe.babau@univ-brest.fr

UBO

## Conclusion sur les IHM dans l'embarqué

- “ Gestion des E/S
  - . Organisation des interactions
    - “ Ergonomie de l'IHM
  - . Choix des E/S
    - “ Contraintes du domaine
    - “ Coûts, place et consommation
    - “ Habitudes des utilisateurs
- “ Utilisation de protocoles de communication
  - . Impact du matériel
    - “ Cout, consommation
  - . Intégration des protocoles
    - “ Performances et caractéristiques
  - . Implémentation partielle via les protocoles
    - “ Protocole : iRdA ultra
    - “ Couche applicative : Profil oreillette
  - . Besoins utilisateurs
  - . Fiabilité

jean-philippe.babau@univ-brest.fr