

Systèmes d'exploitation et environnements d'exécution embarqués [SEEE]

Responsable : Rossier Daniel

MRU : TIC / HEIG-VD

Domaines de spécialisation : TIN, TIC

Capacité d'accueil min. : 5

Capacité d'accueil max. : 40

Résumé : Le développement de systèmes embarqués dédiés au multimédia, au "motion control", au biomédical, et à bien d'autres domaines d'application est actuellement en plein essor. Ces systèmes reposent sur des technologies très avancées dans le domaine des processeurs 32/64 bits (de plus en plus multi-coeurs) et permettent de bénéficier d'une puissance de calcul très intéressante.

Or, le déploiement d'application sur de tels systèmes n'est pas encore chose aisée. Les aspects liés aux environnements logiciel dans lequel ces applications fonctionnent déterminent le niveau de fiabilité, de sécurité et de qualité de service. C'est pourquoi, il est important d'avoir une connaissance approfondie de ces environnements et de leurs interactions avec le matériel, notamment avec les périphériques. Les aspects liés aux systèmes d'exploitation, aux pilotes de périphériques et moniteurs de machine virtuelle (hyperviseur) jouent un rôle prépondérant dans la maîtrise de l'environnement logiciel embarqué.

Le module SEEE permettra à l'étudiant d'acquérir les notions fondamentales et avancées pour la programmation dans le noyau d'un système d'exploitation (monolithique et micro-noyau), permettant ainsi de maîtriser les aspects liés au développement de drivers dans des environnements critiques et limités. Le thème de la virtualisation sera central à ce module et apparaîtra comme un fil conducteur. A la fin du module, l'étudiant sera en mesure d'effectuer des portages d'OS sur différentes architectures embarquées, ainsi que de développer des pilotes de périphériques spécifiques. La notion d'émulation et de virtualisation lui permettront de déployer des applications embarquées dans des environnements d'exécution fiables et sécurisés.

En résumé, l'étudiant sera capable de:

- * Décrire l'architecture détaillée d'un système d'exploitation et ses sous-systèmes, en relation avec les différents types d'OS
- * Porter un système d'exploitation - ainsi que le BSP - sur différents types de processeurs et microcontrôleurs, en particulier adapter le code de bootstrap (initialisation du (ou des) processeur(s), de la mémoire, du timer et des IRQs)
- * Développer des pilotes de périphériques dans des OS de types différents et dans des environnements sécurisés. Les différents objets et services d'un OS seront détaillés
- * Configurer, tester et profiler un système d'exploitation afin d'obtenir une sécurité et des performances optimales.
- * Développer des environnements d'exécution basés sur des moniteurs de machine virtuelles, en comprenant bien les avantages et limitations de ces approches.

Mots-clés: OS, systèmes embarqués, micro-noyau, virtualisation, drivers, programmation système

Contenu

Sujet	Temps [%]
Architectures de systèmes d'exploitation: monolithique, micro-/nano-noyau, sous-systèmes principaux et étendus, couche d'abstraction du matériel (HAL), gestion multicore (SMP)	20
- Concepts avancés de systèmes d'exploitation: virtualisation et paravirtualisation, hyperviseur, ordonnancement de CPUs, antémémories embarquées (caches) virtuelles et physiques, séparation des espaces d'adressage	20
- Interactions logicielles/matérielles: plan mémoire, synchronisme/asynchronisme, latence d'interruption et d'ordonnancement, volatilité des variables	20
- Programmation noyau objets et structures du noyau, modèles de driver (class, bus, device, plate-forme) gestion de la concurrence, hiérarchie de drivers, réentrance des routines de service (ISR), hiérarchie des ISRs (top-halves/bottom-halves/DPC), routines différées (tasklet/workqueue)	40

Connaissances préalables

Base de systèmes d'exploitation, programmation système en C, notion d'assembleur, programmation concurrente, architecture d'ordinateur

Systèmes d'exploitation et environnements d'exécution embarqués [SEEE]

Méthodes d'enseignement

Mode	Périodes d'enseignement	Volume de travail (en heures)
Exposés	14	30
Exercices	8	17.14
Travaux pratiques	20	42.86
TOTAL	42	90
Crédits ECTS		3

Évaluation

Examen écrit

Pondération de l'examen

100 %

Systemes d'exploitation et environnements d'exécution embarqués [SEEE]

Compétences visées

Gérer le projet	25%
Sait choisir et appliquer la méthode adéquate de gestion de projet, pour des projets de complexité moyenne	X
Sait identifier les contraintes économiques et les formuler (business plan)	
Sait exploiter les ressources internes et identifier les ressources externes permettant de mettre en oeuvre une solution	
Est capable de s'intégrer dans un groupe; est en mesure d'animer, motiver et convaincre les membres du groupe	
A le sens de l'initiative personnelle et des responsabilités	
Analyser et spécifier des produits / services	25%
Est capable d'analyser les besoins du client dans le domaine de spécialisation et sait traduire les exigences et contraintes dans le contexte technico-scientifico-économique et environnemental adéquat	X
Est capable de spécifier, planifier, concevoir et mettre en oeuvre des architectures de systèmes spécifiques au domaine de spécialisation, en intégrant des composants hétérogènes et en respectant les exigences d'interopérabilité et d'évolutivité des systèmes, ainsi que les normes et standards	X
Est capable de mener des études de faisabilité et de proposer des services de conseil	
Est capable de superviser et analyser (monitoring) la sécurité d'un système IT et développer des tableaux de bord renseignant sur l'état du système	
Est capable d'effectuer une analyse du risque IT et sait choisir la méthode adéquate et, le cas échéant, l'adapter ou en développer une nouvelle	
Est capable de spécifier, dans un cahier des charges, les besoins du client, après les avoir traduits dans le contexte technico-économique adéquat	
Est en mesure de proposer et comparer des solutions et peut justifier un choix avec des arguments techniques, économiques, organisationnels ou environnementaux appropriés	
Est capable de se mettre à la place de l'utilisateur pour concevoir un produit répondant à ses attentes	X
Développer et réaliser	25%
Sait choisir et mettre en oeuvre efficacement un outil de modélisation dans son domaine de spécialisation	
Est capable de choisir et mettre en oeuvre efficacement une approche d'aide à la décision pour résoudre des problèmes complexes et, le cas échéant, de l'adapter ou en développer une nouvelle	
Est capable de choisir et mettre en oeuvre efficacement une méthode d'optimisation et, le cas échéant, de l'adapter ou en développer une nouvelle	
Est capable de choisir et mettre en oeuvre efficacement une méthode de gestion et de configuration de réseaux et de services	
A appris à comparer entre elles diverses méthodes de recherche et de traitement de l'information multimédia et est capable d'en développer de nouvelles	
A appris à comparer entre elles diverses méthodes de développement logiciel, de gestion de versions, de gestion de problèmes, de automatisée de logiciel et est capable de les appliquer, les adapter ou d'en développer de nouvelles	
Sait appliquer les bonnes pratiques et modèles de conception (design patterns) pour des systèmes logiciels	
Sait utiliser à bon escient les concepts et techniques d'ingénierie et de stockage de l'information	X
Est capable d'évaluer et choisir des systèmes de transport (SAN, WAN, ?) et serveurs de stockage de l'information multimédia	
Est capable de proposer des approches innovantes pour la réalisation d'interfaces d'utilisateur adaptatives et adaptables en fonction des besoins et des profils des utilisateurs, en adoptant une approche ergonomique	
Est capable de proposer des approches innovantes pour la réalisation d'interfaces adaptatives en fonction du contexte (p. ex. drivers, type de réseau)	X
Maîtrise les technologies de simulation graphiques tri-dimensionnelles et réalité virtuelle, p. ex. les GIS (Geographic Information Systems)	
Sait évaluer et choisir une méthode de traitement de l'information multimédia appropriée	
Connait les principes de l'informatique pervasive (ubiquitous computing) et sait les appliquer pour concevoir des solutions d'interaction homme-machine efficaces	
Connait les techniques de parallélisation logicielles et matérielles et de distribution des processus et des données	X
Sait comparer les méthodes de co-design et est en mesure de choisir la méthode appropriée	
Est capable de mettre en oeuvre un outil de simulation de système complexe et d'optimiser son architecture, sa performance (p. ex. qualité de service)	
Est capable de concevoir, vérifier, réaliser et valider un système numérique	
Sait appliquer les techniques de poly-publishing et de cross-média	
Est capable de développer, porter, adapter des composants logiciels de bas niveau (bootstrap, moniteur, driver, os, etc.) sur différentes architectures, en maîtrisant les aspects liés aux interactions logiciel-matériel	X
Est capable de développer de nouvelles applications en respectant les contraintes propres aux environnements mobiles (os, transmission, consommation, interfaces, etc.)	X
Est capable de modéliser un système physique en vue d'une implémentation informatique	
Sait appliquer des méthodologies de travail appropriées et organiser son temps	
A été sensibilisé aux règles d'éthique et du développement durable	
Valider, améliorer et disséminer	25%
Sait choisir et mettre en oeuvre efficacement un outil de test et de validation	
A appris à auditer un système d'information et est capable de proposer des mesures appropriées pour son amélioration	
A appris à auditer la sécurité d'un système IT et est capable de proposer des mesures appropriées pour son amélioration	
A appris à auditer l'architecture d'un système de communication et est capable de proposer des mesures appropriées pour son amélioration	
A appris à auditer une architecture logicielle et le code y relatif et est capable de proposer des mesures appropriées pour son amélioration	
Est capable de choisir et mettre en oeuvre efficacement une approche d'ontologie informationnelle et de gestion de connaissances et, le cas échéant, de l'adapter ou en développer une nouvelle	
Est capable de concevoir et réaliser une plate-forme d'essai permettant de valider des architectures de systèmes ainsi que des composants matériels ou logiciels et d'optimiser leur fonctionnement	X
Est en mesure d'assurer la veille technologique dans son domaine et d'intégrer les connaissances nouvelles	
Sait rédiger, présenter, communiquer et convaincre de manière pertinente	
Est intégré dans des réseaux professionnels lui facilitant les échanges d'information, les expériences et la veille technologique	
Est en mesure d'acquérir de façon autonome des connaissances et compétences nouvelles	X