



AoT-News

Unter der Lupe

Der Review Service

Techie-Ecke

Die ARM Prozessoren Familien:

Eine Übersicht und das Software-Framework von Art of Technology

Speed-Dating à la AoT

Mit Andreas Dätwyler

Für weitere Informationen kontaktieren Sie Paul Sphikas

T: +41 (43) 311 77 06

E: paul.sphikas@aotag.ch

In dieser Ausgabe



- [Unter der Lupe](#)
- [ARM Prozessoren](#)
- [AoT Software-Framework](#)
- [Speed-Dating à la AoT](#)



Unter der Lupe

Review Service

Eine einfache, aber doch sehr wirkungsvolle Massnahme zur Verbesserung der Qualität und zur Beschleunigung von Entwicklungen ist das Review.

Es können ganz unterschiedliche Dinge in einem Review überprüft werden, z.B. ein Konzept, ein Design, ein Schema oder Sourcecode. Dabei ist der prinzipielle Ablauf immer sehr ähnlich.

Ein oder mehrere Reviewer überprüfen das zu reviewende Gewerk anhand einer Checkliste und tragen alle Auffälligkeiten in eine Befundliste ein. Anhand dieser Liste werden die Korrekturen durchgeführt, und in der Regel werden dabei noch weitere Fehler entdeckt und behoben. Ein klar definierter Review-Prozess stellt sicher, dass alle gefundenen Auffälligkeiten bearbeitet werden.

Da jeder Reviewer einen anderen Blickwinkel hat, kann durch ein gemischtes Review-Team mit unterschiedlichen fachlichen Schwerpunkten eine hohe Review-Qualität erreicht werden. Die für das Review aufgewandte Zeit zahlt sich mit reduziertem Korrekturaufwand in späteren Arbeitsschritten wieder aus. Das Ergebnis ist ein Produkt mit deutlich verbesserter Qualität und weniger Fehlern.

Gerne stellen wir Ihnen im Rahmen unseres Review-Services für ihr Review einen erfahrenen Einzelreviewer oder ein passendes Reviewteam zur Verfügung oder unterstützen Sie bei ihrem Reviewprozess.

Für weitere Informationen wenden Sie sich bitte an:

Etienne Hirt: etienne.hirt@aotag.ch oder Thomas Gillen: thomas.gillen@aotag.ch



Techie-Ecke (Teil 1)

Die ARM Prozessoren Familien

Attila Dogan, Klaus Ruzicka

Seit Jahren finden die ARM Prozessoren (ARM steht für Advanced RISC Machines) immer weitere Verbreitung und übernehmen in verschiedenen Bereichen die Führungsrolle. Nachfolgend werden die verschiedenen Familien ARM7, ARM9, ARM11, ARM Cortex-M3, ARM Cortex-A8/A9 sowie der ARM Cortex-R mit ihren Vor- und Nachteilen übersichtsmässig kurz vorgestellt.

ARM7

Der bei weitem bekannteste Vertreter der ARM Prozessor Familie ist sicherlich der ARM7. Er ist heute das Zugpferd der Embedded Industrie und dürfte den Platz des altherwürdigen Motorola 68HC11 als *der* Mikrokontroller für alle Einsatzbereiche eingenommen haben. Anders als Motorola beim 68HC11 stellt ARM die Prozessoren nicht selber her, sondern lizenziert das Design an Chiphersteller. Diese fügen dann die Peripherie (Timer, UARTs, ADCs, DACs, Bus Interfaces, ...) hinzu, integrieren die CPU zusammen mit der Peripherie und dem Speicher (Flash und RAM) auf einem Chip und stellen so Lösungen für spezifische Applikationen bereit. Die weite Verbreitung des ARM7 hat dazu geführt, dass heute für jeden erdenklichen Einsatzzweck ein passender Mikrokontroller mit ARM-CPU verfügbar ist. Der Haupteinsatzbereich der ARM7-basierten Mikrokontroller ist Low-Power- und Low-Cost-Elektronik, in welcher der Mikrokontroller hauptsächlich dazu dient, die umgebende Elektronik zu steuern und zu kontrollieren. Jedoch bietet der ARM7 als 32bit Mikrokontroller mit „luxuriöser“ Speicherausstattung eine erhebliche Vereinfachung und damit eine Beschleunigung der Software-Entwicklung im Vergleich zu 16bit oder gar 8bit Mikrokontrollern.

Die modernen ARM7 Mikrokontroller haben alle sehr ausgefeilte Power Management Systeme, mit denen gezielt einzelne Teile des Mikrokontrollers abgeschaltet werden, die für die aktuelle Funktion nicht gebraucht werden. Hinzu kommt die Möglichkeit, den Mikrokontroller ganz schlafen zu legen und ihn mittels eines externen Signals wieder zu wecken. Dadurch wird es möglich, kleine und leichte mobile Geräte zu entwickeln, die trotzdem eine lange Batterielebensdauer aufweisen.

Die Auswahl an integrierter Peripherie in ARM7 Bausteinen ist sehr üppig. Es gibt kaum einen Anwendungsfall, für den es nicht den richtigen Mikrokontroller mit der richtigen Peripherie gibt. Neben dem obligaten RAM (üblicherweise zwischen 2kByte und 128kByte) und Flash (üblicherweise zwischen 8kByte und 512kByte) haben alle Mikrokontroller einen Timer/Counter und einen Reset Controller direkt integriert. An Schnittstellen sind I2C, SPI und UART (fast) immer vorhanden. Ein integrierter USB Controller gehört inzwischen bei vielen Herstellern ebenfalls zum guten Ton. Für die etwas spezielleren Kommunikationsanwendungen, in denen RS-232, RS-485 und USB nicht ausreicht, gibt es einige Mikrokontroller, die ein CAN Bus-Interface oder einen Ethernet-Controller integriert haben. Hinzukommen PWM Generatoren, LCD Controller und Encryption/Decryption Beschleuniger (AES, 3DES).

ARM9

Der ARM9 stellt eine Weiterentwicklung des ARM7 dar. Aufgrund der integrierten Memory-Management-Unit (MMU) und der durch strukturelle Anpassungen bis zu 1 GHz erhöhten Taktrate wird der ARM9 heute

fast ausschliesslich als Prozessor für Systeme mit einem „grossen“ Betriebssystem (Android, Linux, Windows-CE ...) eingesetzt. Entsprechend ist der übliche Anwendungsfall der ARM9 Prozessoren hauptsächlich im „high performance“ Bereich anzusiedeln. Übliche Anwendungen sind Systeme, die eine komplexe Bedienoberfläche verwenden, Daten über TCP/IP basierte Protokolle austauschen oder multimediale Daten (Audio, Video...) verarbeiten. Speziell letzteres ist mit dem Aufkommen von Smartphones immer weiter verbreitet, weswegen es bereits ARM9 Varianten gibt, die auf dem Chip einen DSP Core integriert haben (z.B. die Integra Familie von Texas Instruments).

Wegen der höheren Anforderungen an den Speicher sind üblicherweise RAM und Flash nicht auf dem Chip integriert und werden als externe Bausteine angeschlossen.

ARM11

Der ARM11 ist eine Weiterentwicklung des ARM9 um noch höhere Taktraten bei kleinerem Stromverbrauch zu ermöglichen. Dabei wurden erste Single Instruction Multiple Data (SIMD) Instruktionen (ähnlich MMX und SSE) eingeführt, um die damals aufkommenden Multimedia Applikationen besser zu unterstützen. Des weiteren wurde die Cache Struktur des ARM9 vereinfacht und beschleunigt.

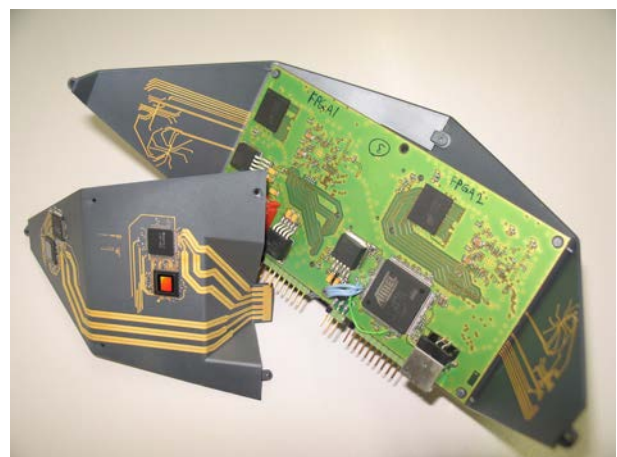
ARM Cortex-A, -M und -R

Im Zuge einer Neuorientierung des Prozessorportfolios, welches ARM vertreibt, wurden verschiedene Klassen von Anwendungen identifiziert, die jeweils unterschiedliche Anforderungen an den Prozessor aufweisen. Diese sind zum Teil so unterschiedlich, dass sie nicht unter einen Hut zu bekommen sind. Deshalb hat sich ARM dazu entschlossen, zukünftig drei Klassen von Prozessoren anzubieten:

- eine kostenoptimierte Embedded Prozessor Linie (Cortex-M), die in der Regel ohne oder mit einem kleinen Real-Time-OS läuft
- eine High Performance Application Processor Linie (Cortex -A) für anspruchsvolle Systeme, die ein High-End-Betriebssystem wie Linux, Symbian, Android oder Windows CE einsetzen
- eine Realtime Prozessor Linie (Cortex-R) für echtzeit- und sicherheitskritische Applikationen mit erhöhtem Rechenleistungsbedarf z.B. im Fahrzeugbereich

ARM Cortex-M3

Im Zuge der Verjüngungskur des- doch schon etwas in die Jahre gekommenen - ARM7 Designs hat sich ARM entschlossen, auch gleich ein paar nicht-technische Probleme anzugehen. So wurden die Spezifikationen verfeinert und erweitert, wobei einige Systemteile exakt spezifiziert wurden, die vorher den Herstellern überlassen wurden, z.B eine einheitliche Memory Map oder der SYSTICK Timer und das Power Management. Dies ermöglicht es, bis zu einem gewissen Grad, Software, die für die Prozessoren eines Herstellers geschrieben wurde, mit überschaubarem Aufwand auf Prozessoren eines anderen Herstellers zu portieren.



Kamerasystem mit Atmel SAM3U als Kontrollrechner und User Interface (USB)



Die Hauptvorteile des Cortex-M3 gegenüber dem ARM7 sind die höhere Rechenleistung pro mW und das verbesserte Stromsparsystem, die generell zu niedrigerer Leistungsaufnahme führten. Durch die Kompatibilität des Cortex-M3 Cores zum ARM7 ist es möglich, dass die gesamte Peripherie unmodifiziert weiterverwendet werden kann. Jedoch haben viele Hersteller die Gunst der Stunde genutzt und haben die Peripherie überarbeitet, um den gestiegenen Bedürfnissen ihrer Kunden Rechnung zu tragen. Besonders die höhere Taktrate und Rechenleistung ermöglichen es nun, auch mit grösseren Datenmengen umzugehen. So ist es nun möglich, die verfügbare Datenrate eines 100MBit/s Ethernet vollständig auszunutzen und sogar die Verwendung von High Speed USB macht nun Sinn.

ARM Cortex-A8/A9

Der Cortex-A8 und sein Multi-Core Bruder der Cortex-A9 sind die Nachfolger der ARM9 und ARM11 Familien und sind vor allem auf hohe Rechenleistung und für Aufgaben im Multimediabereich ausgelegt. Neu sind eine Multi Issue Superscalare Pipeline, die eine höhere Rechenleistung pro MHz als die ARM9 und ARM11 erlauben und die Erweiterung der SIMD Instruktionen des ARM11 für Multimedia Anwendungen. Dadurch erreichen der Cortex-A8 und mehr noch der Cortex-A9 Leistungsdaten, die früher Desktopprozessoren vorbehalten waren. Und dies bei einem Leistungsverbrauch, der immer noch ein paar wenige Watt beträgt.

ARM Cortex-R

Die Prozessoren der Cortex-A Familie liefern zwar eine hohe Rechenleistung, haben aber bedingt durch ihre Architektur (Multi Issue Pipeline, Caches, usw.) kein exakt definierbares Laufzeitverhalten. Dies ist bei Anwendungen, die hohe Echtzeitanforderungen haben problematisch, da eine niedrige Reaktionszeit auf Interrupts nicht garantiert werden kann. Die Prozessoren der Cortex-R Familie bieten daher eine ähnliche Rechenleistung wie die der Cortex-A Familie, haben jedoch wegen ihrer anders strukturierten Pipeline- und Memory Architektur eine vorhersagbare Reaktionszeit. Somit bilden sie ein Zwischenglied zwischen den Cortex-A und Cortex-M Familien. Diese Prozessoren werden zumeist in Steuersystemen eingesetzt, die eine hohe Datenrate aufweisen und eine niedrige Reaktionszeit erfordern, wie zum Beispiel in Festplatten oder Motormanagementsysteme für Verbrennungsmotoren.

Zusammenfassung

Die verschiedenen ARM Prozessorfamilien decken ein breites Spektrum an Anwendungsbereichen ab. Jeder dieser Prozessoren hat sein Einsatzgebiet, für das er ausgelegt wurde und in dem er seine volle Leistungsfähigkeit entfalten kann.

Art of Technology verfügt über eine grosse Erfahrung im Einsatz der diversen ARM Prozessoren für verschiedenste Anwendungen vom Consumer Produkt über Systeme mit Datenverschlüsselung bis hin zu implantierbaren Anwendungen im humanmedizinischen Bereich und kann ihren Kunden optimale Lösungen für ihre Aufgabenstellungen anbieten.

Für weitere Informationen wenden Sie sich an:

Attila Dogan: attila.dogan@aotag.ch oder Klaus Ruzicka: klaus.ruzicka@aotag.ch



Die Techie-Ecke (Teil 2)

Software für die ARM7 / Cortex-M3 Prozessor Familie

Klaus Ruzicka

Die Auswahl eines Prozessors für ein embedded System beinhaltet mehr als nur die Hardwarekosten und die benötigte maximale Rechenleistung. Wichtig für ein optimales, kostengünstiges und stabiles Gesamtsystem sind die Nutzung der Stromsparmodi (Abschalten nicht benötigter Funktionen, Reduktion des Prozessortaktes, Stoppen des Kerns...), vor allem für batteriebetriebene Geräte, sowie die optimale Ausnutzung der integrierten Peripherie.

Gerade die Ansteuerung der in den Prozessor integrierten Peripherie (zB. PIO's, Interrupts; Interfaces und Bus-Systeme wie UART, SPI, I2C/TWI, OWI, CAN, LIN, USB, Ethernet, sowie ADC, DAC, PWM und Timer, Watchdog) stellt einen nicht unerheblichen Teil des gesamten Softwareentwicklungsaufwandes dar. Die Konzepte und Details zur Ansteuerung sind für jeden Prozessorhersteller verschieden.

Das Software-Framework von Art of Technology

Die Art of Technology AG setzt darum unter anderem bevorzugt die ARM7/Cortex-M3 Linie von Atmel ein. Der SAM3¹ hat dasselbe Peripheriekonzept wie die SAM7² Linie, weshalb der C-Code entweder ohne oder mit nur geringen Modifikationen auf beiden Prozessorfamilien eingesetzt werden kann.

Auf der Suche nach einer zuverlässigen Basis für die Entwicklung hardwarenaher Software hat Art of Technology diverse bestehende Betriebssysteme, Programmbibliotheken und Frameworks namhafter Hersteller getestet, nur um immer wieder feststellen zu müssen, dass diese grösstenteils nur die einfachsten Funktionen enthielten (und das zum Teil auch fehlerhaft) und vor allem nicht geeignet waren, um seriöse Fehlerbehandlung zu ermöglichen oder gar als sicherheitsrelevante Teile eingesetzt zu werden. Häufig stellen diese Bibliotheken und Betriebssysteme auch keine (ausreichenden) Funktionen für das Power-Management zur Verfügung. Dies ist jedoch vor allem für batteriebetriebene Geräte von eminenter Bedeutung.

Modul	Beschreibung	Medical
Clock	Kontrolle des Prozessortaktes (RC, Quarz, PLL) mit automatischer Adaption der Flash-Zugriffszeiten, der RTC, blocking und non-blocking waits (invariant gegenüber Änderungen des Prozessortaktes), Zeitmessung, immediate Software Timer.	Ja
Power	Bis zu 32 Module können den gewünschten Power Mode anmelden. Es wird automatisch der niedrigst mögliche gewählt.	Ja
Watchdog	Interner Watchdog (0..16s). Funktionen zum manuellen Auslösen eines Reset, Abfrage des Grundes für den letzten Reset.	Ja
Error Handling	Alle Module verwenden (wo sinnvoll) eine einheitliche Fehlerbehandlung, die das Logging von Fehlern (bis auf HAL Level) auf Applikationsebene zulässt.	Ja
Trace	Ausgabe von beliebig definierbaren Trace Messages. Existiert als Standard Interface oder als reduzierte Version zur Minimierung des Speicherbedarfs. Kann per Compileswitch für das gesamte Projekt abgeschaltet werden.	Normalerweise in der Produktionsversion per Compile Switch deaktiviert
Debug	Aufbauend auf dem Tracemodul kann für jedes Modul ein Debug Level eigens in 4 Stufen eingestellt werden.	Ja
Ringbuffer	First In - First Out Buffer mit Überlauf.	Ja
Crc	Zyklische Redundanzprüfung CRC-16/32 die entweder Geschwindigkeits oder Speicherplatz optimiert verwendet werden kann.	Ja
Timer	Konfigurierbare Anzahl Software Timer mit 125ns (MID) bzw. 1s (SLOW) Granularität, invariant gegenüber Änderungen des Prozessortaktes.	Ja
Hal-Timer	Hardware Timer für grösste Genauigkeit.	Ja
PIO	Ein- / Ausgänge, Peripheral für alle IO-Bänke inklusive Kontrolle von PullUp, OpenCollector, Interrupts auf Eingängen.	Ja
Key	Handling mechanischer Kontakte wie Schalter, Taster, Taster als Schalter, Stecker.	Ja
ADC	8bit/10bit, Software/Extern/Hal-Timer getriggerte (wiederholte) Einzelmessungen, Mittelwertbildung (mean/moving average). Endlosmessung oder gegebene Anzahl Samples eines oder mehrerer Kanäle in einen Ringbuffer.	Ja
PWM	Pulsweitenmodulation mit Kontrolle der Grundfrequenz in 1024 Modulationsschritten.	Ja
SPI	Hardware, Hardware mit Software CS Kontrolle, Interrupt Unterstützung und Software Implementation (via PIO's). Mehrere HW/SW SPI's parallel einsetzbar.	Ja
TWI / I2C	Master/Slave Interface mit 8/16 bit Datenworten, mehrere Busse möglich.	Nein
OWI	Dallas One Wire Interface. Software Implementation, da keine HW Unterstützung. Nutzt PIO's, PIO-Interrupts, Hal-Timer, blocking waits und clock tasks um andere Aufgaben so wenig wie möglich zu blockieren. Mehrere Bausteine an einem Bus auf Anfrage.	Ja
UART	Serielles Interface.	Ja
USB	Virtual Com Port, Full-Speed bis 5.5Mbit/s gemessen. (High-Speed für SAM3 in Vorbereitung). Implementation besteht Chapter-9 Conformance Tests. Unterstützt USB Isolationshardware (5kV für medizinische Produkte) Benötigt keine Spezialtreiber zum Betrieb an PC, .inf Files für Windows 2kXP/Vista/7 vorhanden USB Mass Storage Device auf Anfrage.	Ja
Flash	Programmierung neuer Applikation via Bootloader, Persistent Parameter Storage. Unterstützt Flash Page Lock/Unlock. Einschränkung: Nur erster Flash-Controller unterstützt (bis SAM7x256).	Ja
Memory Card	Vereinfachtes (nur Root Directory, DOS 8.3 Dateinamen), aber vollständig kompatibles FAT16 oder FAT32 Filesystem für MMC, SD und SD-HC Karten via SPI Interface von 129MB bis 32GB.	Ja

Tabelle 1: Art of Technology Atmel SAM 3/7 Software Framework für interne Peripherie / zentrale Funktionen

⁴ Hardware Abstraction Layer

¹ Atmel ARM / Cortex-M3 Prozessor

² Atmel ARM7 Prozessor



Deshalb haben die Ingenieure von Art of Technology immer mehr kritische Teile neu entworfen und programmiert. Im Laufe der Zeit hat Art of Technology so ein ganzes Framework für diese Prozessorfamilien aufgebaut, das grösstenteils sogar in humanmedizinischen Geräten (inkl. Implantate) Anwendung findet. Eine Übersicht findet sich in Tabelle 1. Der Code ist damit gut dokumentiert (SDS³), getestet (SIT⁴ wo zweckmässig, sonst via SAT⁵) und hat mindestens einen Code Review durchlaufen.

Die Module zu Clock, Power, Timer und Error Handling stellen eine betrieb-system-ähnliche Umgebung zur Verfügung, die jedoch die volle Kontrolle über das Power Management ermöglicht.



Atmel SAM7X in einem batteriebetriebenen Lade- und Kontrollsystem für ein humanmedizinisches Implantat
 Art of Technology AG für Sequana Medical AG
 (ehemals NovaShunt AG)

Tabelle 2 gibt einen kurzen Überblick über weitere Module für die Ansteuerung von Displays, externen ADC's, Druck- und Temperatursensoren, Batterie-lade- und -überwachungschips, GPS, usw. Diese basieren auf den genannten Low-Level Interfaces.

Neben dem reinen Framework steht auch ein Bootloader mit maximal 16kB Speicherbedarf (via USB oder UART) zum einfachen Update der Applikation im Feld zur Verfügung.

Modul	Beschreibung	Interface	Medical
AoT Prot	Generischer Protokollhandler	USB/Seriell	Nein
AT45DB	Externes Daten Flash	SPI	Nein
BQ24103	Li-Ion/Poly Akku Charger mit Stepper	PIO's	Ja
DS2401	Silicon Serien-Nummer	Dallas 1W	Nein
DS2762	Li-Ion/Poly Akku Monitor mit Alarmen und abtrennen des Akkus	Dallas 1W	Ja
LTC244x	ADC, 17...24bit	SPI	Nein
MS5607	Druck- und Temperatursensor	SPI	Ja
MT9P001	Bildsensor (Konfigurationsinterface)	I2C	Nein
NAND	Nand-Flash Interface	PIO's	Nein
SCA8X0	Beschleunigungssensor	SPI	Nein
SCA3000	Beschleunigungssensor	SPI	Nein
SCP1000	Drucksensor	SPI	Nein
SHTxx	Feuchte- und Temperatursensor	I2C	Nein
UBX	u-Blox GPS	Serial	Nein
WX12864	Graphisches Display	SPI	Nein

Tabelle 2: Art of Technology Atmel SAM 3/7 Software Framework für externe Peripherie / Baugruppen

Ein fehlgeschlagener Updatevorgang (Stromausfall, Applikationsfehler, etc) beeinträchtigt die Funktion des Bootloaders nicht. Die Bedingungen für die Aktivierung des Bootloaders sowie etwaiger Statusanzeigen vor und während des Updatevorganges können frei programmiert und parametrisiert werden.

Der Bootloader und das firmeninterne Framework für die Atmel SAM3/7 Prozessorfamilien erlauben es Art of Technology für ihre Kunden schnell, kostengünstig in guter Codequalität Applikationen zu entwickeln. Diese reichen vom Einsatz in einfachen Consumerprodukten bis hin zu aktiven Implantaten für die humanmedizinische Verwendung.

Für weitere Informationen wenden Sie sich an:

Etienne Hirt: etienne.hirt@aotag.ch oder Klaus Ruzicka: klaus.ruzicka@aotag.ch

³ Software Design Spezifikation

⁴ Software Integration Test

⁵ Software Akzeptanz Test



Tabelle 1

Art of Technology Atmel SAM 3/7 Software Framework für interne Peripherie / zentrale Funktionen

Modul	Beschreibung	Medical
Clock	Kontrolle des Prozessortaktes (RC, Quarz, PLL) mit automatischer Adaption der Flash-Zugriffszeiten, der RTC, blocking und non blocking waits (invariant gegenüber Änderungen des Prozessortaktes), Zeitmessung, immediate Software Timer.	Ja
Power	Bis zu 32 Module können den gewünschten Power Mode anmelden. Es wird automatisch der niedrigst mögliche gewählt.	Ja
Watchdog	Interner Watchdog (0...16s). Funktionen zum manuellen Auslösen eines Reset, Abfrage des Grundes für den letzten Reset.	Ja
Error Handling	Alle Module verwenden (wo sinnvoll) eine einheitliche Fehlerbehandlung, die das Logging von Fehlern (bis auf HAL ⁶ Level) auf Applikationsebene zulässt.	Ja
Trace	Ausgabe von beliebig definierbaren Trace Messages. Existiert als Standard Interface oder als reduzierte Version zur Minimierung des Speicherbedarfs. Kann per Compileswitch für das gesamte Projekt abgeschaltet werden.	Normalerweise in der Produktions-version per Compile Switch deaktiviert
Debug	Aufbauend auf dem Tracemodul kann für jedes Modul ein Debug Level eigens in 4 Stufen eingestellt werden.	
Ringbuffer	First In – First Out Buffer mit Überlauf.	Ja
Crc	Zyklische Redundanzprüfung CRC-16/32 die entweder geschwindigkeits oder speicherplatz-optimiert verwendet werden kann.	Ja
Timer	Konfigurierbare Anzahl Software Timer mit 125ms (MID) bzw. 1s (SLOW) Granularität, invariant gegenüber Änderungen des Prozessortaktes.	Ja
Hal-Timer	Hardware Timer für grösste Genauigkeit.	Ja
PIO PIO-Irq	Ein- / Ausgänge, Peripheral für alle IO-Bänke inklusive Kontrolle von PullUp, OpenCollector, Interrupts auf Eingängen.	Ja
Key	Handling mechanischer Kontakte wie Schalter, Taster, Taster als Schalter, Stecker.	Ja
ADC	8bit/10bit, Software/Extern/Hal-Timer getriggerte (wiederholte) Einzelmessungen, Mittelwertbildung (mean/moving average). Endlosmessung oder gegebene Anzahl Samples eines oder mehrerer Kanäle in einen Ringbuffer.	Ja
PWM	Pulsweitenmodulation mit Kontrolle der Grundfrequenz in 1024 Modulationsschritten.	Ja
SPI	Hardware SPI, Hardware SPI mit Software Chip Select Kontrolle, Interrupt Unterstützung und Software Implementation (via PIO's). Mehrere HW/SW SPI's sind parallel einsetzbar.	Ja
TWI / I2C	Master/Slave Interface mit 8/16 bit Datenworten, mehrere Busse möglich.	Nein
OWI	Dallas One Wire Interface. Software Implementation, da keine HW Unterstützung. Nutzt PIO's, PIO-Interrupts, Hal-Timer, blocking waits und clock tasks um andere Aufgaben so wenig wie möglich zu blockieren. Mehrere Bausteine an einem Bus auf Anfrage.	

⁶ Hardware Abstraction Layer



Modul	Beschreibung	Medical
UART	Seriell Interface	Ja
USB	Virtual Com Port, Full-Speed bis 5.5Mbit/s gemessen. (High-Speed für SAM3 in Vorbereitung). Implementation besteht Chapter-9 Conformance Tests. Unterstützt USB Isolationshardware (5kV für medizinische Produkte)	Ja
USB	Mass Storage Disk auf Anfrage	Nein
Flash	Programmierung neuer Applikation via Bootloader, Persistent Parameter Storage. Unterstützt Flash Page Lock/Unlock	Ja
Memory Card	Vereinfachtes (nur Root Directory, DOS 8.3 Dateinamen) aber vollständig kompatibles FAT16 oder FAT32 Filesystem für MMC, SD und SD-HC Karten via SPI Interface von 129MB bis 32GB	Ja

Tabelle 2

Art of Technology Atmel SAM 3/7 Software Framework für externe Peripherie / Baugruppen

Modul	Beschreibung	Interface	Medical
AoT_Prot	Generischer Protokollhandler	USB/Seriell	Nein
AT45DB	Externes Daten Flash	SPI	Nein
BQ24103	Li-Ion/Poly Akku Charger mit Stepper	PIO's	Ja
DS2401	Silicon Serien-Nummer	Dallas1W	Nein
DS2762	Li-Ion/Poly Akku Monitor mit Alarmen und Abtrennen des Akkus	Dallas1W	Ja
LTC244x	ADC, 17...24bit	SPI	Nein
MS5607	Druck- und Temperatursensor	SPI	Ja
MT9P001	Bildsensor (Konfigurationsinterface)	I2C	Nein
NAND	Nand-Flash Interface	PIO's	Nein
SCA8X0	Beschleunigungssensor	SPI	Nein
SCA3000	Beschleunigungssensor	SPI	Nein
SCP1000	Drucksensor	SPI	Nein
SHTxx	Feuchte- und Temperatursensor	I2C	Nein
UBX	u-Blox GPS	Serial	Nein
WX12864	Graphisches Display	SPI	Nein

Speed-Dating à la AoT

with Andreas Dätwyler

Ich weiss, Du hast ein spezielles Hobby, wie bist Du drauf gekommen?

Vor über 10 Jahren habe ich mit Modellbau angefangen. Zusammen mit zwei Kollegen habe ich einen Helikopter gebaut und eine Kamera-Plattform entwickelt, die man um alle drei Achsen drehen kann.

Der Heli ist ca. 6 kg schwer und kann etwa 7 Minuten fliegen. Meine zwei Kollegen sind die Piloten, ich agiere ab und zu als Fotograf.

Was fotografiert Ihr?

Häuser, z.B. Aufnahmen von Baustellen, um den Baufortschritt zu dokumentieren. Wir hatten sogar einen Auftrag von einem kantonalen Bauamt (siehe www.helipics.ch).

Wofür würdest Du viel Geld ausgeben?

Reisen, auch eines meiner Hobbies; vor 4 Jahren war ich in Papua-Neuguinea und habe für eine Hilfsorganisation, welche ein landesweites Funknetz betreibt, elektronische Geräte repariert. Zweck des Funknetzes ist die Alarmierung in medizinischen Notfällen – damit man ein Flugzeug auf den Buschflugplatz bestellen kann. Im Notfall braucht man sonst eine Woche zu Fuss oder zwei Tage im Auto, falls das Auto überhaupt durchkommt.

Wofür würdest Du nie Geld ausgeben?

Für irgendeine Kreuz- oder Luxusfahrt oder eine Woche in einem 5-Sterne-Hotel.

Was möchtest Du unbedingt im Leben machen?

Schon erledigt, ich habe letztes Jahr geheiratet.

Du gehst an eine Kostümparty, als was verkleidest Du Dich?

Ich würde als britischer Zweiter-Weltkrieg-Pilot kommen. Ich bin kein Kriegsfan; diese Flugzeuge finde ich aber faszinierend.



Alter	33
Beruf	Senior HW/SW-Ingenieur
Bei AoT	seit 2002
Sternzeichen	Löwe

Wenn Du ein Tier wärest, welches Tier?

Ein Wiesel: klein und unauffällig, aber flink.

Beschreibe Dich in 5 Adjektiven?

Flink, abenteuerlustig, ausgeglichen, sozial, vielseitig interessiert.

Was ist Deine beste Eigenschaft?

Ausdauer, dran bleiben.

Was sollte Dein Epitaph aussagen?

Er hat ausgelebt, woran er geglaubt hat.