Insper

Mutirao C - 5s - Eng. da Computação - Aula 1

Rafael Corsi

Fevereiro 2018

Índice

Visão Geral

Nessa aula iremos trabalhar com os conceitos básicos da linguagem C aplicados ao processamento de imagem em sistemas embarcados.

Para isso utilizaremos um kit de desenvolvimento com um microcontrolador ARM e um LCD colorido de 480x320 px conectado a esse kit.

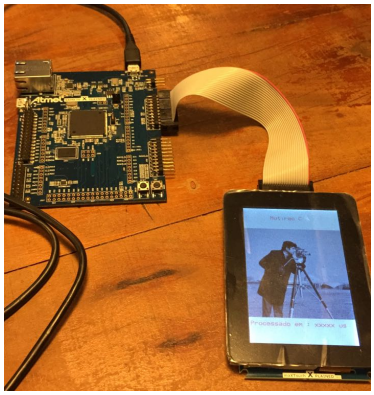


Figure 1: Resultado

Detalhe do material utilizado :

- Kit : SAME70-XPLD
  - http://www.microchip.com/DevelopmentTools/ProductDetails.aspx?PartNO=ATSAME70-XPLD
- Microcontrolador : ARM Cortex M7
  - https://www.youtube.com/watch?v=GaV1j_5UVys
- LCD : [maXTouch Xplained Pro](http://www.microchip.com/Developmenttools/ProductDetails.asp XPRO**
  - http://www.microchip.com/Developmenttools/ProductDetails.aspx?PartNO=ATMXT-XPRO

Primeiros passos, conectando.

> **!** Tome cuidado ao manusear a placa, não coloque ela sobre outros materiais.

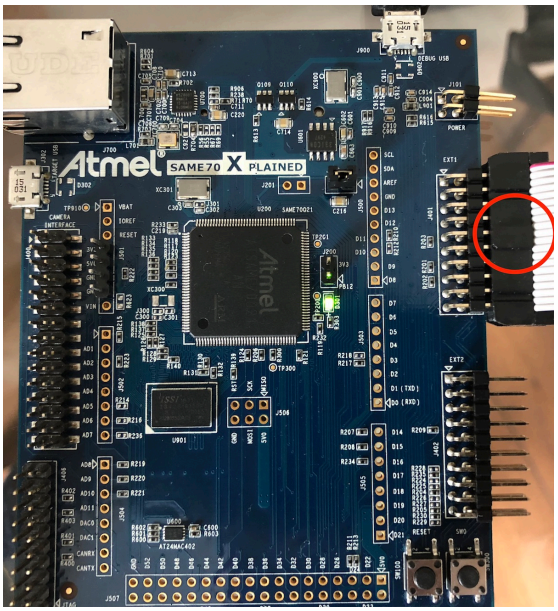


Figure 2: Ligação SAME70 Explained

\

Primeiros passos, rodando o exemplo.

Considerando que os pré requisitos já foram instalados

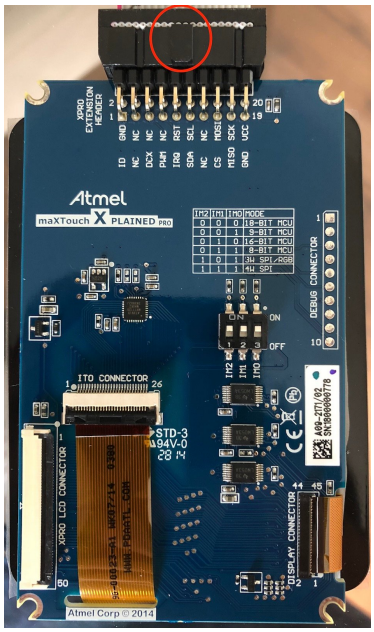


Figure 3: Ligação maxTouch

1. Conectar o USB do programador no computador
   - note que a placa possui dois USB : *DEBUG USB*, usado para programar o uC e *TARGET USB* usado para projetos que demandam conectividade via USB.

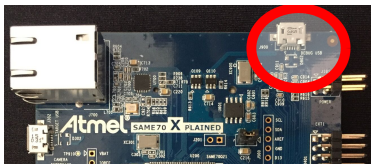
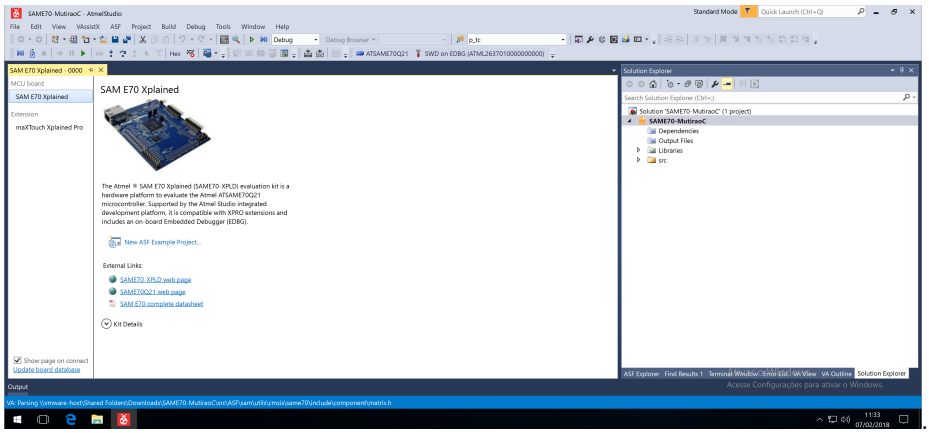
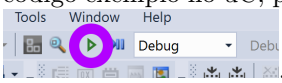


Figure 4: USB DEBUG

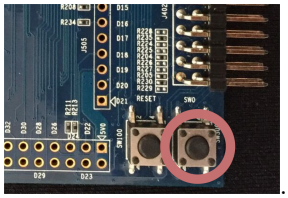
2. Abra o projeto exemplo (SAME70-MutiraoC) localizado no repositório do mutirão :
   - github.com/insper/MutiraoC/dia-19-02/SAEM70-MutiraoC
   - o projeto irá abrir na ide do AtmelStudio como imagem a seguir :



3. A etapa atual será a de embarcar o código exemplo no uC, para isso basta clicar em **Start Without Debug** 

.

4. Uma vez embarcado o exemplo, o LCD deverá exibir uma imagem. A primeira imagem que aparece é a imagem original sem nenhum tipo de modificação, ao apertar o botão **SW0** do kit de desenvolvimento uma função (**imageProcess()**) é chamada e a imagem orignal é processada e exibida.



.

Como isso funciona ?

Em uma visão mais geral podemos analisar o sistema como um kit de desenvolvimento e um display LCD :

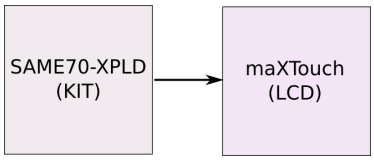


Figure 5: Diagrama simplificado

Sistema detalhado

Uma análise mais detalhada do projeto pode ser visto no diagrama de blocos a seguir :

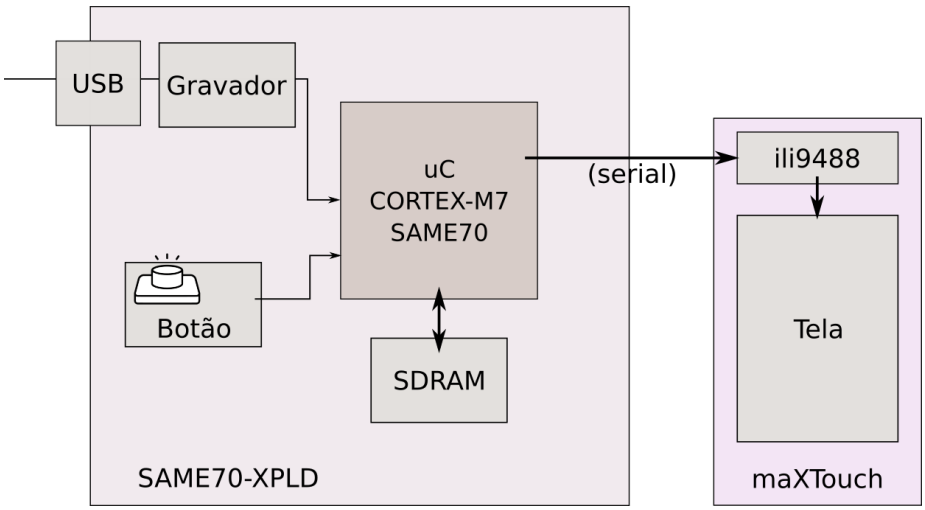


Figure 6: Diagrama detalhado

Esse projeto é implementando em um kit de desenvolvimento para microcontroladores ARM Cortex M7 do fabricante ATMEL (a ARM não fabrica chips, somente propriedade intelectual). Esse microcontrolador é chamado de *SAME70* e o kit de desenvolvimento *SAME70-XPLD*. O kit possui além do microcontrolador toda a infraestrutura necessária para o seu funcionamento e mais alguns periféricos que podem ser úteis no desenvolvimento de um projeto, tal como: gravador, memória, botão, led, … .

Pelo diagrama detalhado, nota-se que a comunicação do uC com o LCD é realizado via uma interface serial (lembra da UART ? aqui usa-se uma outra comunicação chamada de *SPI*), no módulo do LCD um chip dedicado para o controle do display (ili9488, da mesma família do display de elementos de sistema) recebe instruções do uC e atualiza o LCD.

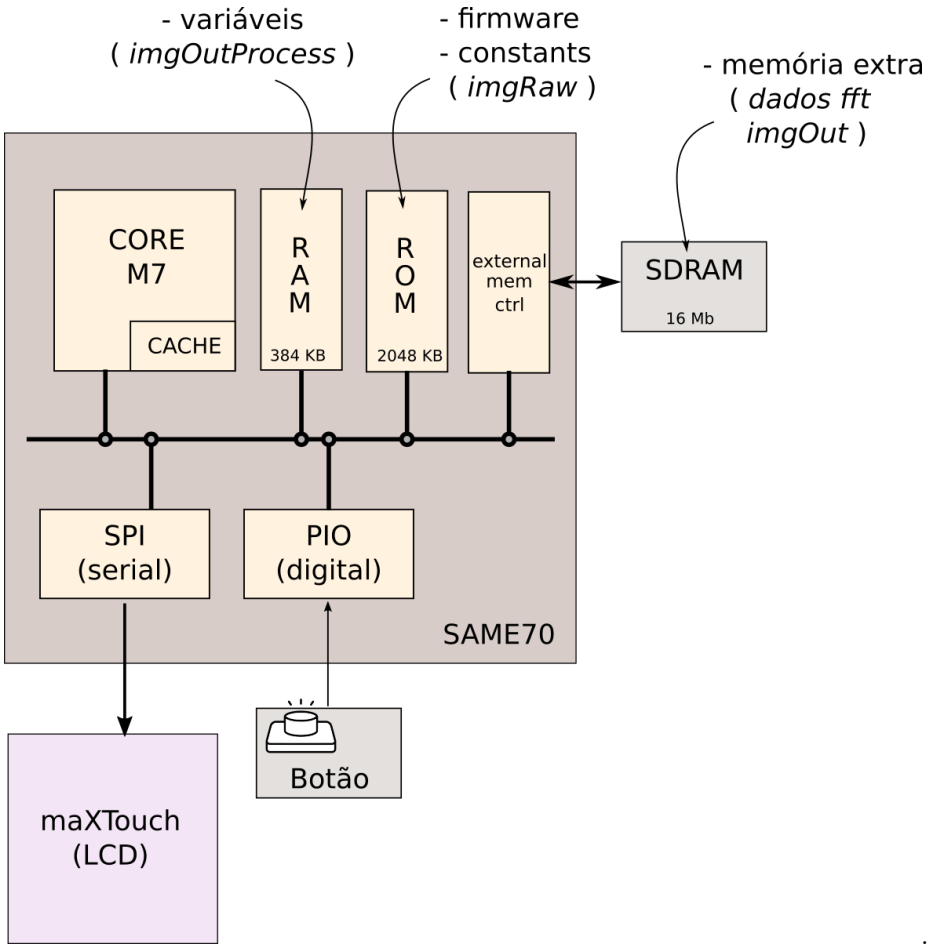
> Microcontroladores não necessitam geralmente de memória externa para o seu funcionamento, porém é muito utilizado quando a aplicação necessita de uma quantidade razoável de memória. No caso desse microcontrolador possui internamente “somente” * :
>
> - 384 KBytes de RAM
> - 2 MBytes de ROM
>
> /* “somente” se compararmos com a capacidade de armazenamento

de um computador, mas se compararmos com outros microcontroladores esse possui **muita** memória.

microcontrolador

Podemos detalhar ainda mais o sistema se detalharmos o que está sendo usado no microcontrolador, entendendo todas as partes em uso. Pelo diagrama podemos notar os seguintes "periféricos" :

- CORE M7 : Unidade de processamento ARM.
- RAM : Unidade de memória que é usada durante execução (variáveis).
- ROM : Unidade de memória usada para armazenar o programa e constantes .
- External Memory Controller : Periférico responsável por gerenciar uma memória externa.
- SPI : Periférico responsável pela comunicação serial SPI e interface com o módulo LCD.
- PIO : Periférico responsável pela interface com entradas e saídas digitais (Parallel Input/OutPut).



.

Firmware

O arquivo principal desse projeto é o main.c, esse código fonte possui a funçào main() que é a primeira a ser chamada na inicialização do sistema. Nessa função inicializa-se primeiro o sistema embarcado e seus periféricos (clock, LCD, botão, memória) via a chamada de função **initBoardMutirao()**, após inicializado a placa chama-se a função **imgshow(...)** que possui toda a parte responsável por exibir a imagem no LCD.

```
int main(){
    uint32_t time;              // variavel para armazenar tempo de processamento
    uint8_t  imageSelect = 1; // variavle para selecao da imagem a ser exibida
                                // quando o botao for pressionado
                                // 1 = imagem processada
```

```
                                    // 0 = imagem orignal

    // inicializa placa e seus perifericos
    initBoardMutirao();

    // exibe imagem orignal, tempo de processamento suprimido.
    imgShow(imgRaw, 0);

    ...
```

A função *imgShow* possui dois parâmetros a imagem *image[320][320]* a ser exibida, passada como uma matriz de tamanho já definido, e o tempo de processamento para ser exibido :

```
void imgShow(ili9488_color_t image[320][320], uint32_t time){...}
```

Após essa etapa o microcontrolador entra em um loop infinito (*while(1){}*) que verifica uma variável chamada de **buttonFlag** que é alterada via uma interrupção para o valor **1** sempre que o botão for pressionado. Variáveis usadas para indicar mudança de um estado.

```
// super loop
    // aplicacoes embarcadas não devem sair do while(1).
    while (1) {

        // se buttonFlag = 1 existe alteracao no estado do botao
        if(buttonFlag){
```

Chama-se

Ao final da verificação da flag (chamado assim pois serve para indicar uma mudança de status)

Clock

Assim como qualquer sistema processado moderno podemos ajustar diversos parâmetros interno de funcionamento do microcontrolador e o clock (frequência de operação) é um dos fatores que possui grande impacto na aplicação.

É natural pensarmos que quanto maior a frequência do clock maior será o gasto energético de um sistema, lembre de camada física onde vimos que o gasto energético em sistemas baseados em MOSFET é :

$\alpha C V_{DD}^2 f$

, onde :

- alpha : fator de chaveamento (influenciado pelo código)
- C : capacitância

- V : tensão de operação
- f : frequência de chaveamento

Portanto quanto maior a frequência de chaveamento maior será o gasto energético do sistema, mas um detalhe deve ser levado em consideração : quanto maior a frequência do clock mais rápido uma tarefa é realizada e mais rapidamente um sistema pode entrar em modo de baixo consumo energético *sleep mode, suspensão, ….*

> Recentemente o kernel do linux removeu o perfil *ondemand* de seus modos de operação, esse modo alterava dinamicamente a frequência de operação do processador para alta quando uma grande carga de processamento era demandada e para mais baixa quando o processador estava em baixo uso, a ideia inicial disso era a melhoria do consumo energético já que o processador se ajustava a demanda do sistema. Porém detectou-se que isso não era verdade, já que esse modo impedia o processador de entrar no modo de *sleep* mais profundo além de demandar processamento para verificar a carga atual do processador.

No Linux para verificar quais *governors* está disponível, execute :

```
cpupower frequency-info
```

Alterando a frequência de operação

O arquivo .h localizado em : *src/config/conf_clock.h* é responsável pela configuração do clock do microcontrolador. Note que no trecho de código referente ao Prescaler existem diversas opções que podem ser escolhidas, a atual está definda como :

```
// ===== Processor Clock (HCLK) Prescaler Options   (Fhclk = Fsys / (SYSCLK_PRES))
//#define CONFIG_SYSCLK_PRES          SYSCLK_PRES_1
//#define CONFIG_SYSCLK_PRES          SYSCLK_PRES_2
//#define CONFIG_SYSCLK_PRES          SYSCLK_PRES_4
//#define CONFIG_SYSCLK_PRES          SYSCLK_PRES_8
//#define CONFIG_SYSCLK_PRES          SYSCLK_PRES_16
//#define CONFIG_SYSCLK_PRES          SYSCLK_PRES_32
#define CONFIG_SYSCLK_PRES          SYSCLK_PRES_64
//#define CONFIG_SYSCLK_PRES          SYSCLK_PRES_3
```

Onde Fsys é equivalente a 300Mhz, na configuração inicial a frequência do processador é 300Mhz/64 = 4.5 MHz, altere esse trecho para a forma a seguir, selecionando a frequência do principal do uC para 300Mhz.

```
// ===== Processor Clock (HCLK) Prescaler Options   (Fhclk = Fsys / (SYSCLK_PRES))
#define CONFIG_SYSCLK_PRES          SYSCLK_PRES_1
//#define CONFIG_SYSCLK_PRES          SYSCLK_PRES_2
```

```
//#define CONFIG_SYSCLK_PRES          SYSCLK_PRES_4
//#define CONFIG_SYSCLK_PRES          SYSCLK_PRES_8
//#define CONFIG_SYSCLK_PRES          SYSCLK_PRES_16
//#define CONFIG_SYSCLK_PRES          SYSCLK_PRES_32
//#define CONFIG_SYSCLK_PRES          SYSCLK_PRES_64
//#define CONFIG_SYSCLK_PRES          SYSCLK_PRES_3
```

Compile e embarque o firmware com essa mudança.

- Verifique a nova velocidade de atualização do LCD