

**Rede de Computadores**

***1º Trabalho Laboratorial***

Mestrado Integrado em Engenharia Informática e Computação

André Esteves [up201606673@fe.up.pt](mailto:up201606673@fe.up.pt)

Luís Diogo Silva [up201503730@fe.up.pt](mailto:up201503730@fe.up.pt)

Francisco Friande [up201508213@fe.up.pt](mailto:up201508213@fe.up.pt)

**Índice**

[**Sumário** 3](#_Toc529106258)

[**Introdução** 3](#_Toc529106259)

[**Arquitetura** 4](#_Toc529106260)

[**Estrutura do código** 4](#_Toc529106261)

[**llwrite.c** 5](#_Toc529106262)

[**llread.c** 5](#_Toc529106263)

[**llopen.c** 5](#_Toc529106264)

[**llclose.c** 6](#_Toc529106265)

[**protocol.c** 6](#_Toc529106266)

[**receiver.c** 7](#_Toc529106267)

[**sender.c** 8](#_Toc529106268)

[**Casos de uso principais** 8](#_Toc529106269)

[**Protocolo de ligação lógica** 9](#_Toc529106270)

[**Protocolo de aplicação** 11](#_Toc529106271)

[**Validação** 12](#_Toc529106272)

[**Eficiência do protocolo de ligação de dados** 12](#_Toc529106273)

[**Conclusões** 12](#_Toc529106274)

[**Anexo I** 12](#_Toc529106275)

[**Makefile** 12](#_Toc529106276)

[**llclose.h** 13](#_Toc529106277)

[**llclose.c** 13](#_Toc529106278)

[**llopen.h** 14](#_Toc529106279)

[**llopen.c** 14](#_Toc529106280)

[**llread.h** 16](#_Toc529106281)

[**llread.c** 16](#_Toc529106282)

[**llwrite.h** 18](#_Toc529106283)

[**llwrite.c** 19](#_Toc529106284)

[**protocol.h** 20](#_Toc529106285)

[**protocol.c** 22](#_Toc529106286)

[**receiver.c** 29](#_Toc529106287)

[**sender.c** 33](#_Toc529106288)

# **Sumário**

Este relatório foi elaborado no âmbito da unidade curricular de Rede de Computadores. O trabalho em causa consistia no desenvolvimento de uma aplicação capaz de transferir ficheiros de um computador para outro através de uma porta de série (RS-232) seguindo um protocolo de ligação de dados.

O trabalho foi realizado no seu todo no ambiente disponibilizado, sendo concluído com sucesso em todos os aspetos, cumprindo os objetivos pedidos.

# **Introdução**

O propósito deste relatório é expor os aspetos mais teóricos da realização do projeto. O objetivo do trabalho era implementar um dado protocolo de ligação de dados, especificado no guião, de forma a fornecer um serviço de comunicação de dados fiável entre dois sistemas ligados por uma porta de série.

Para isto, foi necessário desenvolver funções de criação e sincronização de tramas, estabelecimento e terminação da ligação, confirmação de receção de uma trama sem erros, controlo de erros e de fluxo.

O relatório está composto pela seguinte forma:

* Arquitetura – Demonstração dos blocos funcionais e interfaces.
* Estrutura do código – Exposição das APIs, principais estruturas de dados, principais funções e sua relação com a arquitetura
* Casos de uso principais – Identificação dos casos de uso principais e sequências de chamada de funções.
* Protocolo de ligação lógica – Identificação dos principais aspetos funcionais e descrição da estratégia de implementação destes aspetos.
* Protocolo de aplicação – Identificação dos principais aspetos funcionais; descrição da estratégia de implementação destes aspetos.
* Validação – Descrição dos testes efetuados com apresentação quantificada dos resultados.
* Eficiência do protocolo de ligação de dados – Caraterização estatística da eficiência do protocolo, feita com recurso a medidas sobre o código desenvolvido.
* Conclusão – Síntese da informação apresentada anteriormente e reflexão sobre os objetivos de aprendizagem alcançados.

# **Arquitetura**

O projecto encontra-se dividido em três partes fulcrais: *sender.c*, *receiver.c* e *protocol.c* (tendo este um header file). O funcionamento do programa, no que toca a todo o processo de transmissão assíncrona de dados, é garantido também pelos ficheiros *llwrite.c, llread.c, llopen.c* e *llclose.c* e seus respectivos header files.

**SENDER E RECEIVER**

Tal como os nomes indicam, o seu propósito é o produto final da transmissão de dados, ou seja, a configuração das duas partes de modo a comunicarem através da porta-série. Fazendo uso extensivo das funções “ll”, servem para iniciar e terminar a ligação, tal como as configurações associadas. Também é feito o envio, leitura e diferenciação de pacotes, usando as funções definidas numa camada de mais baixo nível, presente em *protocol.c* e *protocol.h*.

No que toca à divisão por camadas, para uma maior coerência na divisão de funcionalidades por ficheiros, dado que certas funcionalidades relativas à ligação de dados, como a numeração das tramas e os estabelecimento/terminação da ligação, estão inseridas na parte da camada de mais alto nível.

**PROTOCOL**

Em contrapartida, nesta camada estão definidas funcionalidades genéricas do protocolo, tal como o sincronismo das tramas, controlos de erros e fluxos, validações e verificações, lógica interna do programa e definição de macros úteis. Os mecanismos de *stuffing* e *destuffing* também estão presentes nesta camada.

# **Estrutura do código**

O código está dividido em vários ficheiros, llwrite.c, llread.c, llopen.c, llclose.c e protocol.c, sendo a base da aplicação, existindo um header file para cada um destes ficheiros onde estão declaradas todas as funções necessárias. Existe também sender.c, onde estão definidas as funções do emissor e o ficheiro receiver.c onde estão definidas as funções do recetor.

## **llwrite.c**

* **llwrite(…)**  
  - Calcula o BCC2 do package a enviar.

- Faz o *stuffing* do package para ser enviado e devidamente interpretado.

- Envia a mensagem e espera pela confirmação num alarme de três segundos, com um limite de 3 tentativas de erro.

- Retorna “2” se ocorreu erro (envio de 3 mensagens consecutivas sem sucesso)

- Retorna sucesso (0 ou 1) de acordo com o valor do argumento *flag*. Se *flag* == 1 -> retorna 0, e se *flag* == 0 -> retorna 1, verificando assim o correto envio da trama.

## **llread.c**

* **checkBCC2(…)**- Valida o conteúdo da trama.

- Retorna 0 em caso de sucesso, 1 em caso de insucesso.

* **destuffing(…)**  
  - Descodifica a trama enviada retornando o package enviado pelo emissor.
* **llread(…)**

- Lê uma trama enviada pelo emissor, verificando todos os erros na transmissão, seguindo o destuffing da mesma.

- Envia uma mensagem de retorno ao emissor a confirmar o correto envio ou a falha que ouve.

- Retorna o tamanho da mensagem recebida.

## **llopen.c**

* **llopen(…)**  
  - De acordo com a *flag* recebida é chamada a função correta. Se for RECEIVER, é usada a função llopen\_Receiver. Caso seja SENDER, é usada a função llopen\_Sender.
* **llopen\_Receiver(…)**  
  - Recebe uma trama, verifica-a e envia a mensagem de sucesso ao emissor, retornando 0.

- Em caso de erros na trama é retornado -5.

* **llopen\_Sender(…)**  
  - Envia a trama ao recetor, recebendo a mensagem de validação. Caso não receba, tenta de novo até um máximo de três possíveis tentativas.

- Caso falhe três vezes é retornado erro (2).

- Em caso de sucesso, é verificada a mensagem de validação recebida pelo recetor, retornando 0 caso seja a esperada e -6 em caso contrário.

## **llclose.c**

* **llclose(…)**  
  - De acordo com a *flag* recebida, é executado uma das duas funções seguintes - se flag == RECEIVER, llclose\_Receiver(…) é processada. Caso contrário, é executada llclose\_Sender(…).
* **llclose\_Receiver(…)**  
  - Lê a trama de controlo DISC, envia DISC de volta e recebe UA.
* **llclose\_Sender(…)**  
  - Envia a trama de controlo DISC, recebe de volta DISC e envia UA.

## **protocol.c**

* **attend(…)  
  -** Altera o valor da variável *alarm\_flag* para 1
* **disableAlarm(…)  
  -** Altera o valor da variável *alarm\_flag* para 0
* **read\_message(…)  
  -** Recebe a mensagem enviada pelo emissor, caracter a caracter, passando pelas várias etapas da StateMachine e guardando a mensagem num array.  
  - Se a variável *alarm\_flag* for alterada para 1 durante o processo de leitura da mensagem, significa que ocorreu *timeout*. O processo de leitura é interrompido e é retornado o código de erro 1.  
  - Caso *alarm\_flag* se mantiver a 0, não ocorreu erro na leitura e é retornado 0.
* **write\_message(…)  
  -** Envia a mensagem recebida pelo parâmetro *buf* para o descritor aberto pela função *setup,* anunciada a seguir.  
  - Uso da função fflush*(NULL);*
* **parseMessageType(…)  
  -** Recebe como parâmetro a mensagem em *buf* e verifica a sua integridade:  
   - Se o valor inicial(FLAG) é ‘0x7E’.  
   - Se o segundo valor(Campo de Endereço) é *A\_SENDER*(0x03) ou *A\_RECEIVER*(0x01).  
   - Se o OU Exclusivo do campo de Controlo de Endereço é igual ao *BCC1*.  
   - Se o quarto valor também é *FLAG*, ‘0x7E’.

- Caso qualquer uma destas verificações falhe é retornado *ERROR*, ‘0xFF’. Caso contrário é retornado o campo de Controlo (*buf[2]*).

* **calculateBCC2(…)  
  -** É calculado o OUExclusivo de cada um dos valores da mensagem a ser enviada por forma a ser verificada a sua integridade.  
  - Retorna o valor calculado de BCC2
* **stuffing\_data\_package(…)  
  -** Faz o *stuffing* do pacote a ser enviado.  
  - Cada valor ‘0x7E’ é alterado para ‘0x7D’ e ‘0x5E’.  
  - Cafa valor ‘0x7D’ é atlerado para ‘0x7D’ e ‘0x5D’.  
  - Retorna o pacote já pronto a ser enviado
* **stuffing\_control\_package(…)  
  -** Segue o mesmo processo d a função anterior, mas, neste caso, para o package de controlo.
* **stuffing(…)  
  -** Função de controlo que verifica se é um package de controlo ou de dados, sendo executada a função *stuffing\_control\_package(…)*se o valor de índice 0 do package é *C2\_START* ou a função *stuffing\_data\_package(…)* se o mesmo valor for *C2\_DATA*.
* **heading(…)  
  -** Adiciona à mensagem a ser enviada os parâmetros iniciais e finais para assim ser devidamente interpretada pelo recetor.

## **receiver.c**

* **setup(…)  
  - BAUDRATE –** Capacidade de ligação.  
  **- oldio, newtio** – Structs termios com as definições da porta série.  
  - Inicia todas as configurações da porta série, assim como a abertura do descritor com a porta *“/dev/ttyS0”* .  
  - Retorna o descritor aberto para haver comunicação.
* **parseMessageStart(…)  
  -** Interpreta a mensagem Start, guardando, assim, a informação do nome do ficheiro que vai ser recebido e o tamanho do ficheiro, sendo este ultimo parâmetro retornado.
* **parseMessageData(…)  
  -** Interpreta o pacote recebido, guardando a mensagem num array e o tamanho da mesma é retornado.
* **saveData(…)  
  -** Guarda a mensagem retornada pela função parseMessageStart(…) na estrutura criada para guardar os dados do ficheiro, incrementando o apontador do ficheiro que é iniciado a zero e que vai sendo incrementado à medida que é recebido um pacote.
* **createFile(…)  
  -** Cria o ficheiro com o nome que foi transmitido no pacote Start, guardando nele toda a informação recebida.
* **main(…)  
  -** Base da camada de aplicação, pois é esta que controla todo o fluxo do programa e que faz as chamadas às funções da camada de ligação.

## **sender.c**

* **setup(…)  
  -** Segue o mesmo processo que a função acima descrita em *receiver.c.*
* **readFile(…)  
  -** Tenta abrir o ficheiro dado como argumento para assim obter a sua informação.  
  - Retorna o conteúdo do ficheiro e o tamanho do mesmo.
* **controlPackage(…)  
  -** Cria o pacote de controlo para ser enviado com o nome do ficheiro e o seu tamanho.
* **dataPackage(…)  
  -** Cria um pacote de dados para ser enviado, retornando-o. A informação é retirada do ficheiro, de acordo com o tamanho por package (260) ou menos, se for o último pacote.
* **main(…)  
  -** Base da camada de aplicação, pois é esta que controla todo o fluxo do programa e que faz as chamadas às funções da camada de ligação.

# **Casos de uso principais**

Os principais casos de uso desta aplicação são:

* Interface, que permite ao transmissor escolher o ficheiro a enviar, transferindo esse mesmo via porta série (/dev/ttyS0).
* Transmissor.
* Recetor.

Por forma a dar início à aplicação, sendo emissor, deverá inserir qual o ficheiro a ser enviado (ex: pinguim.gif). Sendo recetor basta iniciar o programa (iniciado com a porta /dev/ttyS0) ao qual vai tentar estabelecer ligação com o transmissor.

A transmissão dos dados é feita da seguinte forma:

* Transmissor escolhe ficheiro a enviar.
* Configuração da ligação entre os dois computadores.
* Estabelecimento da ligação (llopen).
* Transmissor envia dados.
* Recetor recebe dados e envia confirmação.
* Em cada de erro no envio, é enviado de novo, até a uma terceira tentativa falhada, terminando o processo com insucesso.
* Recetor guarda os dados num ficheiro com o mesmo nome e tipo que o enviado pelo emissor.
* Terminação da ligação (llclose).

# **Protocolo de ligação lógica**

* **llopen**

O propósito desta função é estabelecer a ligação entre o *sender* e o *receiver*. A função é igual para os dois, apresar de ter comportamento diferente mediante a *flag* que lhe for passada por argumento, isto é, dependendo se foi chamada pelo *sender* ou pelo *receiver*.

Quando chamada pelo *sender*, llopen começa por enviar a trama SET para tentar estabelecer a ligação com o *receiver*. Aguarda depois pela resposta do *receiver*, na forma de uma trama UA, procedendo ao reenvio periódico da trama SET até um número máximo de vezes, após as quais o programa termina.

Quando chamada pelo *receiver*, llopen começa por esperar a trama SET por parte do *sender*. Depois de a receber e de a analisar, certificando-se de que era a trama SET que esperava, envia a trama UA ao *sender*.

Para realizar a escrita, é a utilizada a função **write\_message**, que permite enviar uma mensagem contida num *buffer* para um determinado descritor de ficheiro. Para realizar a leitura, é utilizada a função **read\_message**, que recebe um caracter de cada vez de um determinado descritor de ficheiro. Esta função faz uso de uma máquina de estados para se certificar que recebe a mensagem na sua integridade. Finalmente, para analisar a mensagem recebida é utilizada a função **parseMessageType**, que verifica que a mensagem recebida não contém erros de transmissão e retorna o tipo de mensagem recebida.

* **llwrite**

Esta função é responsável pelo envio de pacotes de dados e de controlo do *sender*para o *receiver*. Cada invocação de llwrite envia apenas um pacote.

Esta função começa por preparar o pacote que lhe foi passado como argumento, calculando o *byte* BCC2, efetuando o *stuffing*, ou seja, a substituição de carateres protegidos que não podem ser enviados diretamente, e colocando o cabeçalho e a *flag* de terminação na mensagem. Depois disto, é enviada o pacote para o recetor. A função aguarda depois pela resposta do *receiver*, na forma de uma trama RR, procedendo ao reenvio periódico do pacote até um número máximo de vezes, após as quais o programa termina. O reenvio da mensagem pode ser efetuado antes do previsto caso seja recebida uma mensagem por parte do *receiver* que indique que houve erros de transmissão, tal como uma trama REJ ou uma trama RR com a *flag* oposta à esperada.

Para calcular o *byte* BCC2, é utilizada a função **calculateBBC2**, que o calcula mediante o pacote que lhe for passado por argumento. Para proceder ao *stuffing*, é utilizada a função **stuffing**, que recebe o pacote e o BBC2 calculado e retorna a mensagem já com o BCC2 concatenado e já com o *stuffing* realizado. Para realizar a colocação do cabeçalho e da *flag* de terminação, é utilizada a função **heading**, que retorna a mensagem já pronta a enviar. São também usadas as funções **write\_message**, **read\_message** e **parseMessageType** com usos semelhantes aos necessários durante a sua utilização na função llopen.

* **llread**

Esta função é responsável pela receção por parte do *receiver* de pacotes de dados e de controlo enviados pelo *sender***.** Cada invocação de llread recebe apenas um pacote.

Esta função começa por esperar a receção de um pacote por parte do *sender*. Depois realiza a verificação de erros na receção da mensagem, enviando a trama REJ caso encontre algum. Caso isso não aconteça, é realizado o *destuffing* da mensagem, isto é, o processo inverso ao realizado durante o llwrite, e a mensagem recebida é guardada para poder ser posteriormente escrita em memória. Após a mensagem ser aceite é enviado a trama RR ao *sender*.

Para realizar o *destuffing*, é utilizada a função **destuffing**, que retorna a mensagem completa como estava antes de o *stuffing* ter sido realizado. Para calcular a integridade da mensagem recebida, particularmente a validade do BCC2, é utilizada a função **checkBBC2**. São também utilizadas com fins semelhantes aos já descritos anteriormente as funções **write\_message** e **read\_message**.

* **llclose**

O propósito desta função é terminar a ligação entre o *sender* e o *receiver*. De forma análoga à função llopen, esta é igual para os dois, apresar de ter comportamento diferente mediante a flag que lhe for passada por argumento, isto é, dependendo se foi chamada pelo *sender* ou pelo *receiver*.

Quando chamada pelo *sender*, esta função começa por enviar uma trama DISC, espera a resposta por parte do *receiver*, na forma de uma trama DISC, e, após a receção desta, envia uma trama UA. O comportamento da função quando chamada pelo *receiver* é o inverso. Começa por esperar uma trama DISC. Após a receção desta, envia uma trama DISC e, de seguida, espera a receção de uma trama UA.

São utilizadas as funções **write\_message**, **read\_message** e **parseMessageType** de forma semelhante ao seu anterior uso.

# **Protocolo de aplicação**

O nível de aplicação divide-se em duas partes: a parte correspondente ao *sender* e a correspondente ao *receiver*. Cada uma destas partes tem uma função **main** que delineia a estrutura principal da aplicação correspondente.

* **main (sender.c)**

Esta função começa por chamar a função **setup**, que prepara a comunicação através de porta de série. De seguida, é chamada a função **llopen**, que pertence ao protocolo de comunicação, para estabelecer a comunicação com o *receiver*. Caso este estabelecer de comunicação for bem-sucedido, é extraída a informação do ficheiro a enviar através do uso da função **readFile**. Esta função abre o ficheiro passado como argumento de linha de comandos e retorna toda a informação nele presente na forma de um *array*. De seguida, são enviados um conjunto de pacotes de dados fazendo uso da função **llwrite**, pertencente ao protocolo de comunicação. É primeiro enviado o pacote START, de seguida todos os pacotes de dados pertencentes ao ficheiro, e finalmente o pacote END. Os pacotes START e END são criados pela função **controlPackage**, enquanto que os pacotes de dados são criados pela função **dataPackage**, que devolve a próxima secção do *array* de dados do ficheiro a enviar. Cada pacote de dados tem, no máximo, 260 *bytes* de informação. Finalmente, após o envio do pacote END, é chamada a função **llclose**, pertencente ao protocolo de comunicação, para terminar a ligação.

* **main (receiver.c)**

Esta função começa por, de modo análogo ao **main** de sender.c, chamar a função **setup**, que prepara a comunicação através de porta de série. De seguida, é chamada a função **llopen**, que pertence ao protocolo de comunicação, para estabelecer a comunicação com o *sender*. Caso este estabelecer de comunicação for bem-sucedido, é começada a receção dos pacotes enviados pelo *sender* fazendo uso da função **llread**, pertencente ao protocolo de comunicação. Logo a seguir à receção do primeiro pacote, é utilizada a função **parseMessageStart** para extrair informações como o nome do ficheiro a ser enviado e o seu tamanho. De seguida, após a receção de cada pacote é efetuada a chamada à função **parseMessageData**, que extrai a informação recebida no pacote, e **saveData**, que guarda essa informação num *array* que contém toda a informação recebida até agora, para posterior escrita da mesma em memória. Esta leitura de pacotes continua até a receção do pacote END. De seguida, é chamada a função **createFile**, que cria o ficheiro em memória e guarda nele toda a informação até agora recolhida no *array* referido anteriormente. Finalmente, é chamada a função **llclose**, pertence ao protocolo de comunicação, para terminar a ligação.

# **Validação**

Para forma a estudar a aplicação, foram efetuados os seguintes testes:

- Geração de curto circuito aquando do seu envio.

- Interrupção da ligação, no envio, por alguns milésimos de segundos.

- Envio de ficheiros de vários tamanhos.

Todos os testes concluídos na sua totalidade com sucesso.

# **Eficiência do protocolo de ligação de dados**

# **Conclusões**

Em suma, podemos dizer que os objetivos que nos foram propostos foram cumpridos. Foi desenvolvida uma aplicação que é capaz de enviar ficheiros através de uma ligação de porta de série, conseguindo ser resiliente a possíveis erros de comunicação, devido ao protocolo implementado. Os dois níveis que dividem o projeto – o nível de aplicação e o nível de ligação lógica – trabalham de forma completamente independente entre si. Por exemplo, o nível de aplicação não sabe detalhes sobre como é feita a transmissão dos pacotes, como *stuffing e destuffing*, e o nível de ligação não sabe como são interpretados os pacotes que transmite. Este tipo de estruturação foi um dos objetivos de aprendizagem que julgamos ter sido alcançado.

# **Anexo I**

## **Makefile**

|  |  |
| --- | --- |
|  | **all: sender receiver** |
|  |  |
|  | **sender: sender.c** |
|  | **gcc -o sender -Wall sender.c protocol.c llopen.c llwrite.c llclose.c** |
|  | **receiver: receiver.c** |
|  | **gcc -o receiver -Wall receiver.c protocol.c llopen.c llread.c llclose.c -lm** |
|  | **clean :** |
|  | **rm sender receiver \** |

## **llclose.h**

|  |
| --- |
|  |
| **int llclose(int fd, int flag);**  **int llclose\_sender(int fd);**  **int llclose\_receiver(int fd);** |
|  |

## **llclose.c**

|  |  |
| --- | --- |
|  | **#include "llclose.h"** |
|  | **#include " protocol.h"** |
|  | **int llclose(int fd, int flag)** |
|  | **{** |
|  | **if(flag == RECEIVER)** |
|  | **return llclose\_receiver(fd);** |
|  | **else** |
|  | **return llclose\_sender(fd);** |
|  |  |
|  | **return -1;** |
|  | **}** |
|  |  |
|  | **int llclose\_receiver(int fd)** |
|  | **{** |
|  | **unsigned char BCC1 = A\_RECEIVER ^ C\_DISC;** |
|  | **unsigned char disc[6] = {FLAG, A\_RECEIVER, C\_DISC, BCC1, FLAG, '\0'};** |
|  |  |
|  | **unsigned char buf[255];** |
|  |  |
|  | **while(1)** |
|  | **{** |
|  | **if(read\_message(fd,buf) == 0) break;** |
|  | **}** |
|  |  |
|  | **if(parseMessageType(buf) == C\_DISC)** |
|  | **write\_message(fd,disc,5);** |
|  | **else** |
|  | **return -5;** |
|  |  |
|  |  |
|  | **while(1)** |
|  | **{** |
|  | **if(read\_message(fd,buf) == 0) break;** |
|  | **}** |
|  |  |
|  | **if(parseMessageType(buf) == C\_UA)** |
|  | **{** |
|  | **close(fd);** |
|  | **return 0;** |
|  | **}** |
|  |  |
|  | **return -6;** |
|  | **}** |
|  |  |
|  | **int llclose\_sender(int fd)** |
|  | **{** |
|  | **unsigned char BCC1 = A\_SENDER ^ C\_DISC;** |
|  | **unsigned char disc[6] = {FLAG, A\_SENDER, C\_DISC, BCC1, FLAG, '\0'};** |
|  |  |
|  | **write\_message(fd,disc,5);** |
|  |  |
|  | **unsigned char buf[255];** |
|  |  |
|  | **while(1)** |
|  | **{** |
|  | **if(read\_message(fd,buf) == 0) break;** |
|  | **}** |
|  |  |
|  | **BCC1 = A\_SENDER ^ C\_UA;** |
|  | **unsigned char ua[6] = {FLAG, A\_SENDER, C\_UA, BCC1, FLAG, '\0'};** |
|  |  |
|  | **if(parseMessageType(buf) == C\_DISC)** |
|  | **{** |
|  | **write\_message(fd,ua,5);** |
|  | **close(fd);** |
|  | **return 0;** |
|  | **}** |
|  |  |
|  | **return -5;** |
|  | **}** |
|  |  |

## **llopen.h**

|  |
| --- |
|  |
| **int llopen\_Receiver (int fd);**  **int llopen\_Sender(int fd);**  **int llopen(int fd, int flag);** |
|  |

## **llopen.c**

|  |
| --- |
| **#include "protocol.h" #include "llopen.h"** |
| **int llopen\_Receiver(int fd)** |
| **{** |
| **unsigned char BCC1 = A\_SENDER ^ C\_UA;** |
| **unsigned char ua[6] = {FLAG, A\_SENDER, C\_UA, BCC1, FLAG, '\0'};** |
|  |
| **disableAlarm();** |
|  |
| **unsigned char buf[255];** |
|  |
| **while(1)** |
| **{** |
| **if(read\_message(fd, buf) == 0) break;** |
| **}** |
|  |
| **// analisar sender info** |
| **if(parseMessageType(buf) == C\_SET)** |
| **{** |
| **write\_message(fd, ua, 5);** |
| **return 0;** |
| **}** |
| **else** |
| **return -5;** |
| **}** |
|  |
| **int llopen\_Sender(int fd)** |
| **{** |
| **(void) signal(SIGALRM, attend);** |
|  |
| **unsigned char BCC1 = A\_SENDER ^ C\_SET;** |
| **unsigned char set[6] = {FLAG, A\_SENDER, C\_SET, BCC1, FLAG, '\0'};** |
|  |
| **int cnt = 0;** |
| **unsigned char buf[255];** |
|  |
| **while(cnt < 3)** |
| **{** |
| **alarm(3);** |
| **disableAlarm();** |
|  |
| **write\_message(fd, set, 5);** |
|  |
| **if(read\_message(fd, buf) == 0) break;** |
|  |
| **cnt++;** |
| **}** |
|  |
| **if(cnt == 3)** |
| **return 2; //no confirmation recieved** |
|  |
| **// analisar receiver info** |
| **if(parseMessageType(buf) == C\_UA)** |
| **return 0;** |
| **else** |
| **return -6;** |
| **}** |
|  |
| **int llopen(int fd, int flag)** |
| **{** |
| **if(flag == SENDER)** |
| **return llopen\_Sender(fd);** |
| **else if (flag == RECEIVER)** |
| **return llopen\_Receiver(fd);** |
|  |
| **return -1;** |
| **}** |

## **llread.h**

|  |
| --- |
| **int llread(int fd, int flag, unsigned char\*\* message);** |
| **int checkBCC2(unsigned char \* package, int size);** |
|  |
| **unsigned char\* destuffing(unsigned char\* buf, int \*size);** |

## **llread.c**

|  |
| --- |
| **#include "llread.h"** |
| **#include "protocol.h"** |
| **int llread(int fd, int flag, unsigned char\*\* message)** |
| **{** |
| **unsigned char\* buf = malloc(600 \* sizeof(unsigned char));** |
|  |
| **while(1)** |
| **{** |
| **if(read\_message(fd, buf) == 0) break;** |
| **}** |
|  |
|  |
| **if(buf[2] != (unsigned char)(flag \* 64))** |
| **{** |
| **unsigned char c1;** |
| **if(flag == 0) c1 = C\_RR0;** |
| **else c1 = C\_RR1;** |
|  |
| **unsigned char BCC1 = A\_SENDER ^ c1;** |
| **unsigned char rr[6] = {FLAG, A\_SENDER, c1, BCC1, FLAG, '\0'};** |
|  |
| **write\_message(fd, rr, 5);** |
|  |
| **return -3;** |
| **}** |
|  |
| **if(buf[3] != (buf[1] ^ buf[2]))** |
| **return -4;** |
|  |
| **int size;** |
|  |
| **unsigned char\* destuffed = destuffing(buf + 4, &size);** |
|  |
| **if (checkBCC2(destuffed, size) == 1)** |
| **return -5;** |
|  |
| **\*message = destuffed;** |
|  |
| **unsigned char c1;** |
| **if(flag == 0) c1 = C\_RR1;** |
| **else c1 = C\_RR0;** |
|  |
| **unsigned char BCC1 = A\_SENDER ^ c1;** |
| **unsigned char rr[6] = {FLAG, A\_SENDER, c1, BCC1, FLAG, '\0'};** |
|  |
| **write\_message(fd, rr, 5);** |
|  |
| **return size;** |
| **}** |
|  |
| **int checkBCC2(unsigned char \* package, int size)** |
| **{** |
| **int i = 1;** |
| **unsigned char check = package[0];** |
|  |
| **for(; i < size - 2; i++)** |
| **check ^= package[i];** |
|  |
| **if(check == package[size - 2])** |
| **return 0;** |
| **else** |
| **return 1;** |
| **}** |
|  |
|  |
| **unsigned char\* destuffing(unsigned char\* buf, int \*size)** |
| **{** |
| **unsigned char\* destuff = malloc(600);** |
|  |
| **int i = 0, j = 0;** |
|  |
| **while(1)** |
| **{** |
| **if(buf[i] == 0x7E)** |
| **{** |
| **destuff[j] = buf[i];** |
| **break;** |
| **}** |
| **else if(buf[i] == 0x7D)** |
| **{** |
| **if(buf[i+1] == 0x5E)** |
| **destuff[j] = 0x7E;** |
| **else if(buf[i + 1] == 0x5D)** |
| **destuff[j] = 0x7D;** |
|  |
| **j++;** |
| **i+=2;** |
| **}** |
| **else** |
| **{** |
| **destuff[j] = buf[i];** |
| **j++;** |
| **i++;** |
| **}** |
| **}** |
|  |
| **(\*size) = j + 1;** |
|  |
| **return destuff;** |
| **}** |

## **llwrite.h**

|  |
| --- |
| **int llwrite(int fd, unsigned char\* package, int flag, int noPackage, FILE\* fileTimePackages);** |

## **llwrite.c**

|  |
| --- |
| **#include "llwrite.h"**  **#include "protocol.h"** |
|  |
| **int llwrite(int fd, unsigned char\* package, int flag, int noPackage, FILE\* fileTimePackages)** |
| **{** |
| **float start\_time = (float)clock() / CLOCKS\_PER\_SEC;** |
|  |
| **unsigned char BCC2;** |
| **if(package[0] == C2\_DATA)** |
| **BCC2 = calculateBCC2(package, 4 + package[2]\*256 + package[3]);** |
| **else** |
| **BCC2 = calculateBCC2(package, 5 + package[2] + package[2+package[2] + 2]);** |
|  |
| **int char\_count;** |
| **unsigned char \* stuff = stuffing(package, BCC2, &char\_count);** |
|  |
| **unsigned char\* message = heading(stuff, char\_count, flag);** |
|  |
| **int cnt = 0;** |
| **unsigned char buf[255];** |
|  |
| **while(cnt < 3)** |
| **{** |
| **alarm(3);** |
| **disableAlarm();** |
|  |
| **write\_message(fd, message, 6 + char\_count);** |
|  |
| **if(read\_message(fd, buf) == 0)** |
| **{** |
| **if((parseMessageType(buf) == C\_RR0 && flag == 1) || (parseMessageType(buf) == C\_RR1 && flag == 0))** |
| **{** |
| **float end\_time = (float)clock() / CLOCKS\_PER\_SEC;** |
| **fprintf(fileTimePackages, "%f\n", (end\_time - start\_time)\*1000);** |
|  |
| **noPackage != -1 ? printf("Success on sending package no.%d - Transfer time: %f seconds\n", noPackage, (end\_time - start\_time) \* 1000) :** |
| **printf("Success on sending Start package - Transfer time: %f seconds\n", (end\_time - start\_time) \* 1000);** |
| **break;** |
| **}** |
| **}** |
|  |
| **noPackage != -1 ? printf("Failure on sending package no.%d, try no.%d\n", noPackage,cnt + 1) :** |
| **printf("Failure on sending Start package, try no.%d\n", cnt + 1);** |
|  |
| **cnt++;** |
| **}** |
|  |
|  |
| **if(cnt == 3)** |
| **return 2; //no confirmation recieved** |
|  |
| **if(flag == 1)** |
| **return 0;** |
| **else** |
| **return 1;** |
| **}** |

## **protocol.h**

|  |
| --- |
| **#ifndef \_PROTOCOL\_H**  **#define \_PROTOCOL\_H** |
|  |
| **#include <sys/types.h>** |
| **#include <sys/stat.h>** |
| **#include <fcntl.h>** |
| **#include <termios.h>** |
| **#include <stdio.h>** |
| **#include <stdlib.h>** |
| **#include <unistd.h>** |
| **#include <string.h>** |
| **#include <signal.h>** |
| **#include <sys/stat.h>** |
| **#include <math.h>** |
| **#include <strings.h>** |
| **#include "time.h"** |
|  |
| **#define FLAG 0x7E** |
| **#define A\_SENDER 0x03** |
| **#define A\_RECEIVER 0x01** |
| **#define C\_SET 0x03** |
| **#define C\_DISC 0x0B** |
| **#define C\_UA 0x07** |
| **#define C\_RR0 0x05** |
| **#define C\_RR1 0x85** |
| **#define C\_REJ0 0x01** |
| **#define C\_REJ1 0x81** |
|  |
| **#define ERROR 0xFF** |
|  |
| **#define SENDER 0** |
| **#define RECEIVER 1** |
|  |
| **#define BEGIN 0** |
| **#define START\_MESSAGE 1** |
| **#define MESSAGE 2** |
| **#define END 3** |
|  |
| **#define C2\_START 0x02** |
| **#define C2\_DATA 0x01** |
| **#define C2\_END 0x03** |
| **#define T\_SIZE 0x00** |
| **#define T\_NAME 0x01** |
|  |
| **void attend();** |
|  |
| **void disableAlarm();** |
|  |
| **int read\_message(int fd, unsigned char buf[]);** |
|  |
| **void write\_message(int fd, unsigned char buf[], int size);** |
|  |
| **unsigned char parseMessageType(unsigned char buf[]);** |
|  |
| **unsigned char calculateBCC2(unsigned char \*message, int size);** |
|  |
| **unsigned char\* stuffing\_data\_package(const unsigned char\* package, const unsigned char BCC2, int\* char\_count);** |
|  |
| **unsigned char\* stuffing\_control\_package(const unsigned char\* package, const unsigned char BCC2, int\* char\_count);** |
|  |
| **unsigned char\* stuffing(const unsigned char\* package, const unsigned char BCC2, int\* char\_count);** |
|  |
| **unsigned char\* heading(unsigned char \* stuff, int count, int flag);** |
|  |
| **#endif** |

## **protocol.c**

|  |
| --- |
| **#include "protocol.h"** |
| **int alarm\_flag = 1;** |
| **int rejj = 0;** |
|  |
| **void attend()** |
| **{** |
| **alarm\_flag = 1;** |
| **}** |
|  |
| **void disableAlarm()** |
| **{** |
| **alarm\_flag = 0;** |
| **}** |
|  |
| **int read\_message(int fd, unsigned char buf[])** |
| **{** |
| **int state = BEGIN;** |
| **int pos = 0;** |
|  |
| **int res;** |
| **unsigned char c;** |
|  |
| **while(alarm\_flag != 1 && state != END)** |
| **{** |
| **res = read(fd,&c,1);** |
|  |
| **if(res > 0)** |
| **{** |
| **switch(state)** |
| **{** |
| **case BEGIN:** |
| **{** |
| **if(c == FLAG)** |
| **{** |
| **buf[pos] = c;** |
| **pos++;** |
| **state = START\_MESSAGE;** |
| **}** |
| **break;** |
| **}** |
| **case START\_MESSAGE:** |
| **{** |
| **if(c != FLAG)** |
| **{** |
| **buf[pos] = c;** |
| **pos++;** |
| **state = MESSAGE;** |
| **}** |
| **break;** |
| **}** |
| **case MESSAGE:** |
| **{** |
| **buf[pos] = c;** |
| **pos++;** |
| **if(c == FLAG)** |
| **state = END;** |
| **break;** |
| **}** |
| **default: state = END;** |
| **}** |
| **}** |
| **}** |
|  |
| **if(alarm\_flag == 1)** |
| **return 1;** |
|  |
| **return 0;** |
| **}** |
|  |
| **void write\_message(int fd, unsigned char buf[], int size)** |
| **{** |
| **write(fd,buf,size);** |
| **fflush(NULL);** |
| **}** |
|  |
| **unsigned char parseMessageType(unsigned char buf[])** |
| **{** |
| **if(buf[0] != FLAG)** |
| **return ERROR;** |
|  |
| **if(buf[1] != A\_SENDER && buf[1] != A\_RECEIVER)** |
| **return ERROR;** |
|  |
| **if((buf[2] ^ buf[1]) != buf[3])** |
| **return ERROR;** |
|  |
| **if(buf[2] == C\_DISC ||** |
| **buf[2] == C\_SET ||** |
| **buf[2] == C\_UA ||** |
| **buf[2] == C\_RR0 ||** |
| **buf[2] == C\_RR1 ||** |
| **buf[2] == C\_REJ0 ||** |
| **buf[2] == C\_REJ1)** |
| **{** |
| **if(buf[4] == FLAG)** |
| **return buf[2];** |
| **else** |
| **return ERROR;** |
| **}** |
|  |
| **return ERROR;** |
| **}** |
|  |
| **unsigned char calculateBCC2(unsigned char \*message, int size)** |
| **{** |
| **unsigned char bcc2 = message[0];** |
| **int i = 1;** |
|  |
| **for(; i < size; i++)** |
| **bcc2 ^= message[i];** |
|  |
| **return bcc2;** |
| **}** |
|  |
| **unsigned char\* stuffing\_data\_package(const unsigned char\* package, const unsigned char BCC2, int\* char\_count)** |
| **{** |
| **unsigned char\* stuff = (unsigned char \*)malloc(265 \* 2 \* sizeof(unsigned char));** |
| **\*char\_count = 1;** |
| **stuff[0] = package[0];** |
|  |
| **if(package[1] == 0x7E)** |
| **{** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = 0x7D;** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = 0x5E;** |
| **}** |
| **else if(package[1] == 0x7D)** |
| **{** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = 0x7D;** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = 0x5D;** |
| **}** |
| **else** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = package[1];** |
|  |
| **stuff[(\*char\_count)++] = package[2];** |
|  |
| **if(package[3] == 0x7E)** |
| **{** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = 0x7D;** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = 0x5E;** |
| **}** |
| **else if(package[3] == 0x7D)** |
| **{** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = 0x7D;** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = 0x5D;** |
| **}** |
| **else** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = package[3];** |
|  |
| **int count = 4;** |
| **int i = package[2] \* 256 + package[3];** |
|  |
| **for(; count < 4 + i; count++)** |
| **{** |
| **if(package[count] == 0x7E)** |
| **{** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = 0x7D;** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = 0x5E;** |
| **}** |
| **else if(package[count] == 0x7D)** |
| **{** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = 0x7D;** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = 0x5D;** |
| **}** |
| **else** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = package[count];** |
| **}** |
|  |
| **if(BCC2 == 0x7E)** |
| **{** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = 0x7D;** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = 0x5E;** |
| **}** |
| **else if(BCC2 == 0x7D)** |
| **{** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = 0x7D;** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = 0x5D;** |
| **}** |
| **else** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = BCC2;** |
|  |
| **return stuff;** |
| **}** |
|  |
| **unsigned char\* stuffing\_control\_package(const unsigned char\* package, const unsigned char BCC2, int\* char\_count)** |
| **{** |
| **int size = package[2];** |
|  |
| **unsigned char\* stuff = (unsigned char \*)malloc( (5 + size + package[3+size] \* 256 + package[4+size]) \* 2 \* sizeof(unsigned char) );** |
|  |
| **\*char\_count = 1;** |
|  |
| **stuff[0] = package[0];** |
|  |
| **if(package[1] == 0x7E)** |
| **{** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = 0x7D;** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = 0x5E;** |
| **}** |
| **else if(package[1] == 0x7D)** |
| **{** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = 0x7D;** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = 0x5D;** |
| **}** |
| **else** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = package[1];** |
|  |
| **if(package[2] == 0x7E)** |
| **{** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = 0x7D;** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = 0x5E;** |
| **}** |
| **else if(package[2] == 0x7D)** |
| **{** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = 0x7D;** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = 0x5D;** |
| **}** |
| **else** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = package[2];** |
|  |
| **int count = 3;** |
|  |
| **for(; count < (3+size); count++)** |
| **{** |
| **if(package[count] == 0x7E)** |
| **{** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = 0x7D;** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = 0x5E;** |
| **}** |
| **else if(package[count] == 0x7D)** |
| **{** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = 0x7D;** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = 0x5D;** |
| **}** |
| **else** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = package[count];** |
| **}** |
|  |
| **if(package[3+size] == 0x7E)** |
| **{** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = 0x7D;** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = 0x5E;** |
| **}** |
| **else if(package[3+size] == 0x7D)** |
| **{** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = 0x7D;** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = 0x5D;** |
| **}** |
| **else** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = package[3+size];** |
|  |
| **if(package[4+size] == 0x7E)** |
| **{** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = 0x7D;** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = 0x5E;** |
| **}** |
| **else if(package[4+size] == 0x7D)** |
| **{** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = 0x7D;** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = 0x5D;** |
| **}** |
| **else** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = package[4+size];** |
|  |
| **count = 5 + size;** |
| **int start\_pnt = count;** |
| **size = package[4+size];** |
|  |
| **for(; count < (start\_pnt + size); count++)** |
| **{** |
| **if(package[count] == 0x7E)** |
| **{** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = 0x7D;** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = 0x5E;** |
| **}** |
| **else if(package[count] == 0x7D)** |
| **{** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = 0x7D;** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = 0x5D;** |
| **}** |
| **else** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = package[count];** |
| **}** |
|  |
| **if(BCC2 == 0x7E)** |
| **{** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = 0x7D;** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = 0x5E;** |
| **}** |
| **else if(BCC2 == 0x7D)** |
| **{** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = 0x7D;** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = 0x5D;** |
| **}** |
| **else** |
| **stuff[(\*char\_count)++] = BCC2;** |
|  |
| **return stuff;** |
| **}** |
|  |
| **unsigned char\* stuffing(const unsigned char\* package, const unsigned char BCC2, int\* char\_count)** |
| **{** |
| **if(package[0] == C2\_DATA)** |
| **return stuffing\_data\_package(package, BCC2, char\_count);** |
| **else** |
| **return stuffing\_control\_package(package, BCC2, char\_count);** |
| **}** |
|  |
| **unsigned char\* heading(unsigned char \* stuff, int count, int flag)** |
| **{** |
| **unsigned char \* message = (unsigned char \*)malloc( (5 + count) \* sizeof(unsigned char));** |
|  |
| **message[0] = FLAG;** |
| **message[1] = A\_SENDER;** |
| **message[2] = (unsigned char)(flag \* 64);** |
| **message[3] = A\_SENDER ^ message[2];** |
|  |
| **int i = 4;** |
|  |
| **for(; i < 5 + count; i++)** |
| **message[i] = stuff[i - 4];** |
|  |
|  |
| **message[i] = FLAG;** |
|  |
| **return message;** |
| **}** |

## **receiver.c**

|  |
| --- |
| **#include "llopen.h"** |
| **#include "llread.h"** |
| **#include "llclose.h"**  **#include "protocol.h"** |
|  |
| **#define BAUDRATE B38400** |
| **#define MODEMDEVICE "/dev/ttyS1"** |
| **#define \_POSIX\_SOURCE 1 /\* POSIX compliant source \*/** |
| **#define FALSE 0** |
| **#define TRUE 1** |
|  |
| **volatile int STOP=FALSE;** |
|  |
| **int setup()** |
| **{** |
| **int fd;** |
| **struct termios oldtio,newtio;** |
|  |
| **/\*** |
| **Open serial port device for reading and writing and not as controlling tty** |
| **because we don't want to get killed if linenoise sends CTRL-C.** |
| **\*/** |
|  |
| **fd = open("/dev/ttyS0", O\_RDWR | O\_NOCTTY );** |
| **fflush(NULL);** |
|  |
| **if (fd <0) {perror("/dev/ttyS0"); exit(-1); }** |
|  |
| **if ( tcgetattr(fd,&oldtio) == -1) { /\* save current port settings \*/** |
| **perror("tcgetattr");** |
| **exit(-1);** |
| **}** |
|  |
| **bzero(&newtio, sizeof(newtio));** |
| **newtio.c\_cflag = BAUDRATE | CS8 | CLOCAL | CREAD;** |
| **newtio.c\_iflag = IGNPAR;** |
| **newtio.c\_oflag = 0;** |
|  |
| **/\* set input mode (non-canonical, no echo,...) \*/** |
| **newtio.c\_lflag = 0;** |
|  |
| **newtio.c\_cc[VTIME] = 1; /\* inter-character timer unused \*/** |
| **newtio.c\_cc[VMIN] = 0; /\* blocking read until 5 chars received \*/** |
|  |
| **/\*** |
| **VTIME e VMIN devem ser alterados de forma a proteger com um temporizador a** |
| **leitura do(s) pr�ximo(s) caracter(es)** |
| **\*/** |
|  |
| **tcflush(fd, TCIOFLUSH);** |
|  |
| **if ( tcsetattr(fd,TCSANOW,&newtio) == -1) {** |
| **perror("tcsetattr");** |
| **exit(-1);** |
| **}** |
|  |
| **printf("New termios structure set\n");** |
|  |
| **return fd;** |
| **}** |
|  |
|  |
| **off\_t parseMessageStart(unsigned char\* message, unsigned char\*\* filename)** |
| **{** |
| **off\_t fileSize = 0;** |
|  |
| **int file\_size\_length = message[2];** |
|  |
| **int i = 1;** |
| **for(; i <= file\_size\_length; i++)** |
| **fileSize += message[2+i] \* pow(256,file\_size\_length - i);** |
|  |
| **int filename\_length = message[2+i+1];** |
|  |
| **unsigned char\* name = (unsigned char \*)malloc((filename\_length + 1)\* sizeof(unsigned char));** |
|  |
| **int k = i + 4;** |
| **int j = 0;** |
| **for(; k < filename\_length + i + 4; k++, j++)** |
| **name[j] = message[k];** |
|  |
| **name[j] = '\0';** |
|  |
| **(\*filename) = name;** |
|  |
| **printf("Number of Packages = %li\n", fileSize / 260 + 1);** |
| **printf("Filename = %s\n", \*filename);** |
|  |
| **return fileSize;** |
| **}** |
|  |
| **int parseMessageData(unsigned char\* message, int messageSize, unsigned char\*\* data)** |
| **{** |
| **int length = message[2] \* 256 + message[3];** |
|  |
| **unsigned char \* dataAux = malloc(length \* sizeof(unsigned char));** |
|  |
| **int i = 4;** |
| **for(; i < length + 4; i++)** |
| **dataAux[i-4] = message[i];** |
|  |
| **(\*data) = dataAux;** |
|  |
| **return length;** |
| **}** |
|  |
| **void saveData(unsigned char\* fileContent, unsigned char\* data, int sizeData, int \*index)** |
| **{** |
| **int i = 0;** |
| **for(; i < sizeData; i++)** |
| **fileContent[(\*index) + i] = data[i];** |
|  |
| **(\*index) += sizeData;** |
| **}** |
|  |
| **void createFile(unsigned char\* fileContent, unsigned char\* filename, off\_t size\_file)** |
| **{** |
| **FILE \*file = fopen((char\*)filename, "wb+");** |
| **fwrite(fileContent, 1, size\_file, file);** |
| **fclose(file);** |
| **}** |
|  |
|  |
| **int main(int argc, char\*\* argv)** |
| **{** |
| **int fd = setup();** |
|  |
| **if(llopen(fd, RECEIVER) == 0)** |
| **printf("Connected\n");** |
| **else** |
| **{** |
| **printf("Failed\n");** |
| **return -2;** |
| **}** |
|  |
| **// Initial flag for start package** |
| **int flag = 0;** |
| **unsigned char\* message;** |
| **int messageSize;** |
|  |
| **while((messageSize = llread(fd, flag, &message)) < 0);** |
| **flag = 1;** |
|  |
| **unsigned char\* filename;** |
| **off\_t size\_file = parseMessageStart(message,&filename);** |
|  |
| **unsigned char \* fileContent = malloc(size\_file \* sizeof(unsigned char));** |
|  |
| **int index = 0;** |
| **int counter = 0;** |
|  |
| **while(index < size\_file)** |
| **{** |
| **while((messageSize = llread(fd, flag, &message)) < 0);** |
| **(flag == 0) ? (flag = 1) : (flag = 0);** |
|  |
| **unsigned char \* data;** |
| **int sizeData = parseMessageData(message, messageSize, &data);** |
| **counter++;** |
|  |
| **saveData(fileContent, data, sizeData, &index);** |
|  |
| **printf("Received package no.%d\n",counter);** |
| **}** |
|  |
| **createFile(fileContent, filename, size\_file);** |
|  |
| **printf("Finished receiving file %s\n", filename);** |
|  |
| **return llclose(fd,RECEIVER);** |
| **}** |

## **sender.c**

|  |
| --- |
| **#include "llopen.h"** |
| **#include "llwrite.h"** |
| **#include "llclose.h"**  **#include "protocol.h"** |
|  |
| **#define BAUDRATE B38400** |
| **#define MODEMDEVICE "/dev/ttyS1"** |
| **#define \_POSIX\_SOURCE 1 /\* POSIX compliant source \*/** |
| **#define FALSE 0** |
| **#define TRUE 1** |
|  |
| **unsigned char n\_seq = 0;** |
| **volatile int STOP=FALSE;** |
|  |
| **int setup()** |
| **{** |
| **int fd;** |
| **struct termios oldtio,newtio;** |
|  |
| **/\*** |
| **Open serial port device for reading and writing and not as controlling tty** |
| **because we don't want to get killed if linenoise sends CTRL-C.** |
| **\*/** |
|  |
| **fd = open("/dev/ttyS0", O\_RDWR | O\_NOCTTY );** |
| **fflush(NULL);** |
|  |
| **if (fd <0) {perror("/dev/ttyS0"); exit(-1); }** |
|  |
| **if ( tcgetattr(fd,&oldtio) == -1) { /\* save current port settings \*/** |
| **perror("tcgetattr");** |
| **exit(-1);** |
| **}** |
|  |
| **bzero(&newtio, sizeof(newtio));** |
| **newtio.c\_cflag = BAUDRATE | CS8 | CLOCAL | CREAD;** |
| **newtio.c\_iflag = IGNPAR;** |
| **newtio.c\_oflag = 0;** |
|  |
| **/\* set input mode (non-canonical, no echo,...) \*/** |
| **newtio.c\_lflag = 0;** |
|  |
| **newtio.c\_cc[VTIME] = 1; /\* inter-character timer unused \*/** |
| **newtio.c\_cc[VMIN] = 0; /\* blocking read until 5 chars received \*/** |
|  |
| **/\*** |
| **VTIME e VMIN devem ser alterados de forma a proteger com um temporizador a** |
| **leitura do(s) pr�ximo(s) caracter(es)** |
| **\*/** |
|  |
| **tcflush(fd, TCIOFLUSH);** |
|  |
| **if ( tcsetattr(fd,TCSANOW,&newtio) == -1) {** |
| **perror("tcsetattr");** |
| **exit(-1);** |
| **}** |
|  |
| **printf("New termios structure set\n");** |
|  |
| **return fd;** |
| **}** |
|  |
| **unsigned char \*readFile(unsigned char\* filename, off\_t \*sizeFile)** |
| **{** |
| **FILE \*file;** |
|  |
| **struct stat fileInfo;** |
| **unsigned char\* fileContent;** |
|  |
| **if( (file = fopen((char\*)filename, "rb")) == NULL)** |
| **{** |
| **perror("Error reading file.\n");** |
| **exit(-1);** |
| **}** |
|  |
| **stat((char\*)filename, &fileInfo);** |
| **(\*sizeFile) = fileInfo.st\_size;** |
|  |
| **fileContent = (unsigned char \*)malloc(fileInfo.st\_size);** |
|  |
| **fread(fileContent, sizeof(unsigned char), fileInfo.st\_size, file);** |
|  |
| **return fileContent;** |
| **}** |
|  |
| **unsigned char\* controlPackage(unsigned char c2, const unsigned char\* filename, const off\_t sizeFile)** |
| **{** |
| **int res = sizeFile / 256;** |
| **int quo = sizeFile % 256;** |
| **int count = 1;** |
|  |
| **while(res > 0)** |
| **{** |
| **res = quo / 256;** |
| **quo %= 256;** |
| **count++;** |
| **}** |
|  |
| **int size = (5 + strlen((char\*)filename) + count) \* sizeof(unsigned char);** |
| **unsigned char\* data = (unsigned char \*)malloc(size);** |
|  |
| **data[0] = c2;** |
| **data[1] = T\_SIZE;** |
| **data[2] = count;** |
|  |
| **res = sizeFile / 256;** |
| **quo = sizeFile % 256;** |
|  |
| **int i = 3;** |
|  |
| **if(res == 0) data[i] = quo;** |
| **else data[i] = res;** |
|  |
| **while(res > 0)** |
| **{** |
| **res = quo / 256;** |
| **quo %= 256;** |
| **i++;** |
| **if(res == 0) data[i] = quo;** |
| **else data[i] = res;** |
| **}** |
|  |
| **data[i+1] = T\_NAME;** |
| **data[i+2] = strlen((char\*)filename);** |
|  |
| **i+=3;** |
| **for(count = 0; count < strlen((char\*)filename); i++, count++)** |
| **data[i] = filename[count];** |
|  |
| **return data;** |
| **}** |
|  |
| **unsigned char\* dataPackage(unsigned char \* content, off\_t \*offset, off\_t end\_offset)** |
| **{** |
| **unsigned char\* package = malloc(264 \* sizeof(unsigned char));** |
|  |
| **package[0] = C2\_DATA;** |
|  |
| **package[1] = n\_seq % 255;** |
| **n\_seq++;** |
|  |
| **off\_t chars\_to\_send = end\_offset - \*offset;** |
|  |
| **if (end\_offset - \*offset > 260)** |
| **chars\_to\_send = 260;** |
|  |
| **if(chars\_to\_send > 255)** |
| **{** |
| **package[2] = 1;** |
| **package[3] = chars\_to\_send - 256;** |
| **}** |
| **else** |
| **{** |
| **package[2] = 0;** |
| **package[3] = chars\_to\_send;** |
| **}** |
|  |
| **int i = 0;** |
| **for(; i < chars\_to\_send; i++, (\*offset)++)** |
| **package[4+i] = content[\*offset];** |
|  |
| **return package;** |
| **}** |
|  |
| **int main(int argc, char\*\* argv)** |
| **{** |
| **if(argc != 2)** |
| **{** |
| **printf("Usage: %s <filename>\n", argv[0]);** |
| **return -1;** |
| **}** |
|  |
| **int fd = setup();** |
|  |
| **if(llopen(fd, SENDER) == 0)** |
| **printf("Connected\n");** |
| **else** |
| **{** |
| **printf("Failed\n");** |
| **return -2;** |
| **}** |
|  |
| **int fd\_time\_packages = open("packageTime.txt", O\_WRONLY | O\_APPEND | O\_CREAT, 0644);** |
| **int fd\_time\_taken = open("fileTime.txt", O\_WRONLY | O\_APPEND | O\_CREAT, 0644);** |
|  |
| **FILE \*fileTimeTaken = fdopen(fd\_time\_taken, "a");** |
| **FILE \*fileTimePackages = fdopen(fd\_time\_packages, "a");** |
|  |
| **//Opens the file to be sent** |
| **off\_t fileSize;** |
| **unsigned char\* fileContent;** |
| **fileContent = readFile((unsigned char \*)argv[1],&fileSize);** |
|  |
| **unsigned char\* start = controlPackage(C2\_START, (unsigned char \*)argv[1], fileSize);** |
| **off\_t offsetFile = 0;** |
|  |
| **float start\_time = (float)clock() / CLOCKS\_PER\_SEC;** |
|  |
| **if(llwrite(fd, start, 0,-1, fileTimePackages) == 2) //ERROR '-1' start package** |
| **return -1;** |
|  |
| **int flag = 1;** |
| **int counter = 1;** |
|  |
| **while(offsetFile != fileSize)** |
| **{** |
| **unsigned char\* package = dataPackage(fileContent, &offsetFile, fileSize);** |
|  |
| **flag = llwrite(fd, package,flag, counter,fileTimePackages);** |
| **counter++;** |
|  |
| **if(flag == 2)//ERROR** |
| **return -1;** |
| **}** |
|  |
| **float end\_time = (float)clock() / CLOCKS\_PER\_SEC;** |
|  |
| **printf("Finished to send file %s - Transfer time: %f seconds\n", argv[1], (end\_time - start\_time)\*1000);** |
|  |
| **fprintf(fileTimeTaken, "%f\n", (end\_time - start\_time)\*1000);** |
|  |
| **return llclose(fd,SENDER);** |
| **}** |