

AVR292 : LIN/UART制御器のLIN“データ内中断”機能

局所相互連結網(LIN:Local Interconnect Network)は分配された車載応用でのメカトロニクス節点(ノード)の制御を効率的に支援する直列通信規約です。LIN/UART制御器はATmega32/64M1, C1やATtiny167のようないくつかのAVR®マイクロコントローラで利用可能です。

Atmel LIN/UART制御器

- ・ LIN 2.xのハードウェア実装(LIN 1.x互換)
- ・ 小さくCPU効率的で、LIN2.x仕様の“LIN作業の流れの概念”に基く独立した主/従ルーチン
- ・ 自動LIN先頭部処理と無関係なLINフレームの濾過
- ・ 自動LIN応用処理
- ・ 拡張されたLIN異常検出と合図
- ・ ハードウェア フレーム時間超過検出
- ・ “データ内中断”支援能力
- ・ 正しく完全なフレームを保証するための自動再同期
- ・ 完全な柔軟性を持つ拡張フレーム支援能力

1. 序説

この資料は他の状況での標準的なLIN転送中に予期せぬ中断(BREAK)領域を検出した時のLIN/UART制御器の動きを記述します。この出来事が“データ内の中断”として参照するものです。

規約は次のように言っています。

“従作業は例え(バイト領域が互いに独立されているとの仮定で)バイト領域を予期したとしても、常に中断/同期領域手順を検出できるべきです。望まれるが、しかし必須ではない特性は、例え中断がデータバイトと部分的に重なっても、中断/同期(BREAK/SYNC)領域手順を検出することです。中断/同期(BREAK/SYNC)領域手順が起こると、進行中の転送が中止され、新しいフレームの処理が始まるべきです。”

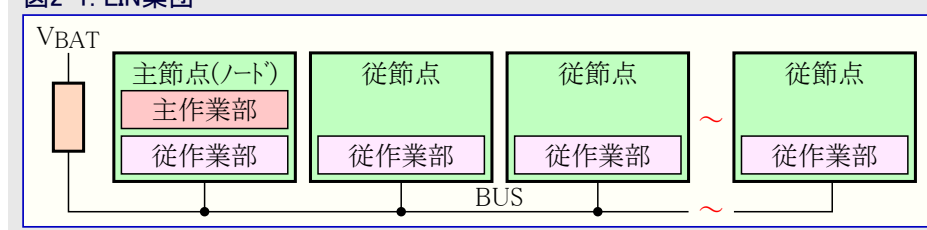
出典: LIN規約仕様 2.1版 2006年11月24日、29頁の § 2.3.1.2 同期バイト領域

2. 中断(BREAK)領域とLIN先頭部

2.1. 主と従の節点(ノード)

LIN集団は1つの主作業部と多数の従作業部から成ります。節点(ノード)はLINバスに対する単一の接続です。主節点は主作業部と従作業部を含みます。他の全ての従節点は従作業部だけを含みます。主作業部はいつ、どのフレームがバスに転送されるべきかを決めます。従作業部は各フレームにより、転送するデータを供給します。

図2-1. LIN集団



8ビット **AVR**[®]
マイクロコントローラ

応用記述

本書は一般の方々の便宜のため有志により作成されたもので、Atmel社とは無関係であることを御承知ください。しおりのはじめにでの内容にご注意ください。

Rev. 8125A-03/08, 8125AJ2-04/21

2.2. 代表的なLIN転送

先頭部は保護された識別子(PROTECTED IDENTIFIER)領域が後続する、中断(BREAK)と同期(SYNC)の領域から成ります。識別子はそのフレームの目的を一意に定義します。識別子に関連する応答を提供するように指定された従作業部はそれを送出します。応答はデータ(DATA)領域とチェックサム(CHECKSUM)領域から成ります。その識別子に関連するデータを待っている従作業部は、その応答を受信して転送されたデータを使います。

図2-2. LINフレームに於ける主/従作業部の動き

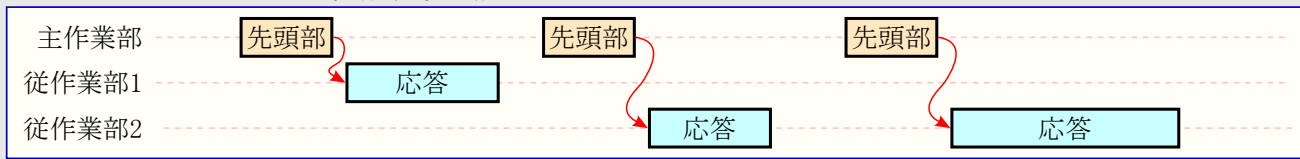
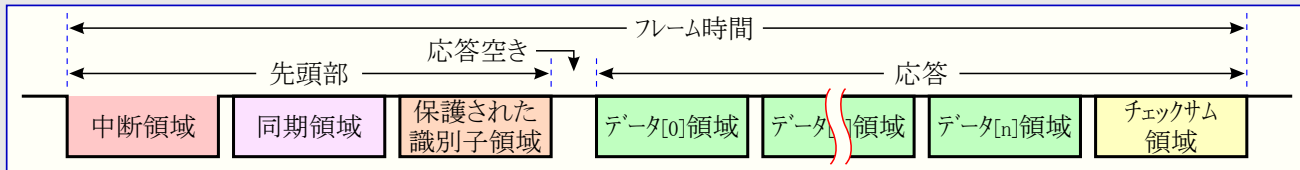


図2-3. LINフレームの構造



2.3. 手順の崩壊

(主節点(ノード)での)主作業部は計画表に基づいて先頭部を送出します。この計画表はフレームと、フレームの始めと後続するフレームの始めの間隔を指定します。

通常、計画表に従って主作業部は従作業部に応答を処理する十分な時間を許します。

けれども時々、計画表によって定義されたタイミングが尊重されません。次のような崩壊理由が有り得ます。

- ・ 計画表の変更
- ・ 処理のためのフレーム優先順
- ・ 他の予期せぬ出来事
- ・ その他

どの場合に於いても、LIN/UART制御器は計画の仕組みに於ける何らかの異常の形式を考慮しなければなりません。

3. “データ内中断”

手順崩壊の結果は以下の転送状態で従と主の両節点(ノード)に関して検討されなければなりません。

- ・ 先頭部手順
- ・ 応答空き
- ・ 応答手順

以降の節は手順崩壊の全ての状況とLIN/UART制御器がそれらからどう回復するかを説明します。

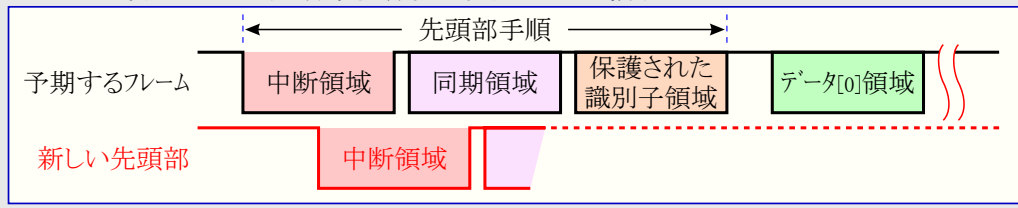
3.1. 主節点(ノード)

主節点(ノード)は主と従の作業を実行します。

3.1.1. 先頭部手順

主節点ではLIN/UART制御器に先頭部の送出に関する責任があります。これを実行するため、主作業部はLIN制御レジスタ(LINCR)に書くことによって‘先頭部送信’指令を発動します。自動的に、LIN/UART制御器は更なる使用者の介入なしに先頭部の3つの領域を送信します。

図3-1. 主節点に於ける先頭部手順中の中断(BREAK)領域



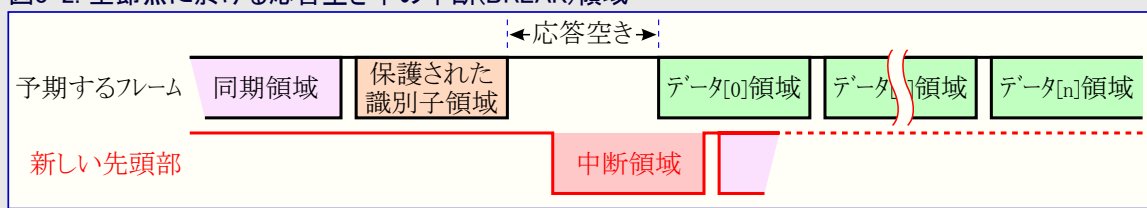
送出のこの段階中に新しい‘先頭部送信’指令が始められ得ます。制御器が多忙(送信中)の間にLIN/UART制御器の標準機能の1つが指令レジスタの入出力を施錠するため、この指令は処理されません。

(新規の)先頭部の送出を再開する方法は最初に‘LIN失敗中止’指令、続いて‘先頭部送信’指令を入力することだけです。この操作方法はLINソフトウェアドライバ(AVR286応用記述参照)で推奨されています。

先頭部が送出されつつある間(LIN多忙(LBUSY)フラグ=1)の‘LIN失敗中止’指令開始はLIN失敗中止(LABORT)異常フラグを設定(1)します。従って応用は手順崩壊を通知されます。

3.1.2. 応答空き

図3-2. 主節点に於ける応答空き中の中断(BREAK)領域



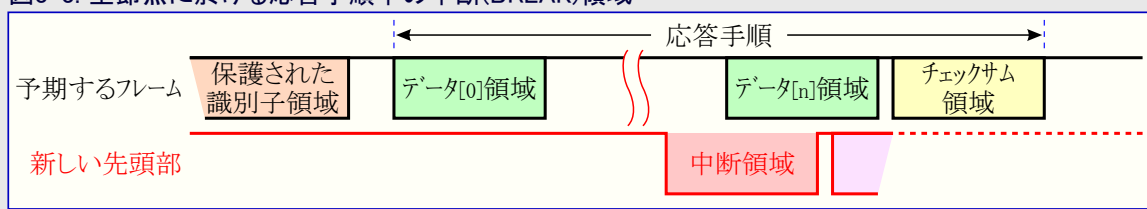
LIN/UART制御器は直前の先頭部生成を終え、多忙ではありません。

主作業部が直ぐに(新規の)先頭部を送出しなければならない場合、許された操作は異常フラグを設定しません。けれども主節点(ノード)内の従作業部は直前の先頭部に対する返答データの処理中かもしれず、もっともそれはLIN制御レジスタ(LINCR)に未だ書かれていませんが...。'応答受信'または'応答送信'の指令を書く前に従作業部が(新規の先頭部送出によってもう一度設定される)LIN多忙(LBUSY)フラグを調べている間にこのフラグが設定(1)された場合は返答操作を中断し、主と従の作業部間の競合はありません。

この手順を尊重することがLIN操作の完全性を保証します。

3.1.3. 応答手順

図3-3. 主節点に於ける応答手順中の中断(BREAK)領域



更に、同じLIN/UART制御器は従と主の作業部に対する責任があります。これを実行するために従作業部はLIN制御レジスタ(LINCR)へ書くことによって'応答受信'または'応答送信'の指令を発動します。自動的に、LIN/UART制御器は更なる使用者の介入なしにLINフレームの応答部(データとチェックサム)を送出します。

この段階中に'先頭部送信'指令が始められ得ます。制御器が多忙(応答を受信中または送信中)の間にLIN/UART制御器が指令レジスタの入出力を施錠するため、この指令は処理されません。

(新規の)先頭部の送出を再開する方法は最初に'LIN失敗中止'指令、続いて'先頭部送信'指令を入力することだけです。この操作方法はLINソフトウェアドライバ(AVR286応用記述参照)で推奨されています。

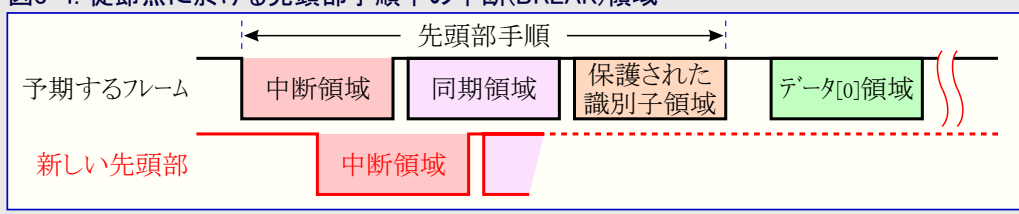
LIN/UART制御器が応答を送受信する間(LIN多忙(LBUSY)フラグ=1)の'LIN失敗中止'指令開始はLIN失敗中止(LABORT)異常フラグを設定(1)します。従って応用は手順崩壊を通知されます。LINデータ長レジスタ(LINDLR)のLIN送信データ長(LTXDL3~0)とLIN受信データ長(LRXDL3~0)を読むことにより、応用はデータ転送が中断される前に何バイトのデータが成功裏に転送されたかを知らされます。

3.2. 従節点(ノード)

従節点(ノード)は従作業を実行するだけです。一旦LIN/UART制御器が許可されると、どの作業が進行中でも中断(BREAK)領域の検出を続けます。これはLIN/UART制御器の背面ハードウェア作業です。

3.2.1. 先頭部手順

図3-4. 従節点に於ける先頭部手順中の中断(BREAK)領域



LIN/UART制御器が9.5~28ビットの範囲(再同期の許容誤差)で優性レベルを検知した場合、これは中断(BREAK)領域と同期(SYNC)領域として認証され、その測定が始まります。

有り得る状態は以下です。

1. 新しい中断(BREAK)領域が古いものに(同じ長さで)正確に重なる場合:

何も起きなかったかのように先頭部の採取が続き、フレームの処理を続けることができます。

2. 新しい中断(BREAK)領域と古いものが結果としてより長い領域(正論理AND)を生成する場合:

周波数が安定で公称値に調整されているなら、結果として生ずる長さは標準値の最大2倍(13ビットに対して26ビット)になります。これはLIN規約の中断(BREAK)許容誤差(10~28ビット)に従っています。

先頭部の採取はこの騒動を吸収して継続し、フレームの処理を続けることができます。

新しい中断(BREAK)領域が同期(SYNC)領域中に挿入される場合(正論理AND):

(古い)先頭部の採取が止まります。同期異常(LSERR)フラグまたはフレーミング誤り(LFERR)フラグのどちらかが設定(1)され、応用に手順崩壊を通知します。フレーミング誤りは停止ビットのために予約された時間間隔が新しい中断(BREAK)領域によって優性レベルを強制された場合にだけ検出されます。

新しいフレームの処理は開始することができます。

3. 新しい中断(BREAK)領域が保護された識別子(PID)領域中に挿入される場合(正論理AND):

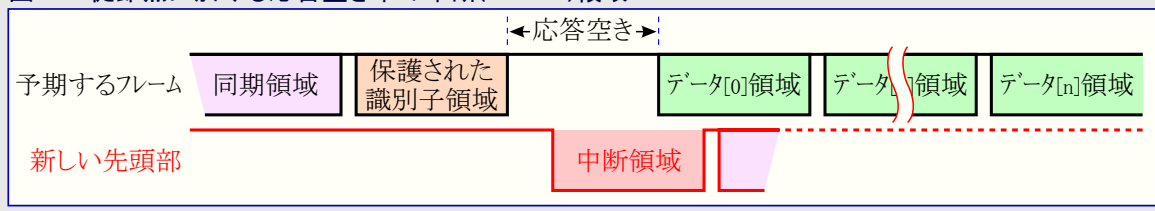
(古い)先頭部の採取が止まります。ビット異常(LBERR)フラグまたはフレーミング誤り(LFERR)フラグのどちらかが設定(1)され、応用に手順崩壊を通知します。フレーミング誤りは停止ビットのために予約された時間間隔が新しい中断(BREAK)領域によって優性レベルを強制された場合にだけ検出されます。

新しいフレームの処理は開始することができます。

従って異常/誤りフラグと共にLIN/UART制御器は有り得るこれらの状況の全てを首尾よく扱うことを従節点(ノード)の従作業部に許します。

3.2.2. 応答空き

図3-5. 従節点に於ける応答空き中の中断(BREAK)領域



この段階中、従作業部はやって来るLIN識別子(LIN ID)を調べなければならず、そしてその節点(ノード)が受信したLIN IDに関係する場合に応答の受信または送信を始めなければなりません。

この段階中、例えば従作業部によって特定の活動('応答受信'または'応答送信')取るように未だ指示されていなくても、LIN/UART制御器は自動的にバイト受信を予期します。

有り得る状態は以下です。

1. 中断(BREAK)領域の9ビットが既に受信された場合:

9ビットの優性レベルはLIN/UART制御器を標準バイト受信のための10ビット目の停止ビットを予期するように切り替えるのに充分です。受信されつつあるのが中断(BREAK)領域であることの実事のため、予期する停止ビットは欠落にされます。LIN/UART制御器はこの状況を検知してフレーミング誤り(LFERR)フラグを設定(1)することによってフレーミング誤りを合図します。これは応用に手順崩壊を通知します。

新しいフレームの処理は開始することができます。

2. 節点(ノード)が丁度'応答受信'指令を発行した場合:

予期したバイト受信なので、中断(BREAK)領域は部分的(<9ビット)に受信されます。この中断(BREAK)領域の受信は第10ビットが受信されてしまうまで継続します。更に、フレーミング誤り(LFERR)フラグが設定(1)され、予期した停止ビットの欠落が合図されます。これが応用に手順崩壊を通知します。

新しいフレームの処理は開始することができます。

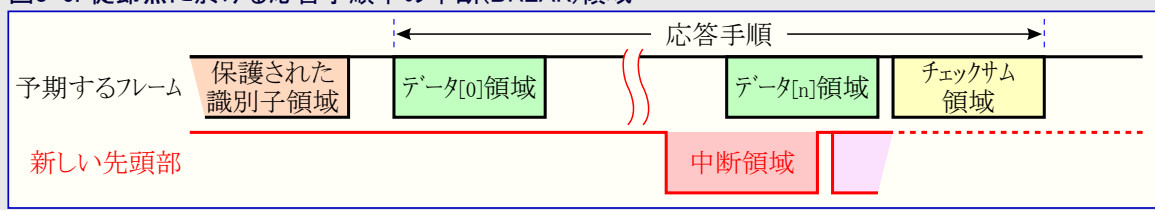
3. 節点(ノード)が丁度'応答送信'指令を発行した場合:

この場合、開始ビットを送出する前にLINバスが開放(劣性レベル)であることをLIN/UART制御器が検証するため、送信に於ける試みは中止されます。LINバスが開放でないなら、LIN/UART制御器はビット異常(LBERR)フラグを設定(1)して、この事実を合図します。これが応用に手順崩壊を通知します。

新しいフレームの処理は開始することができます。

3.2.3. 応答手順

図3-6. 従節点に於ける応答手順中の中断(BREAK)領域



用語"データ内中断"はこの状況に最も正確に合い、中断(BREAK)領域は応答(受信または送信)中に出現します。

1. 節点(ノード)が応答を送信する場合:

中断(BREAK)領域の長さレベルのため、応用に手順崩壊を通知するために最低フレーミング誤り(LFERR)フラグと、またはビット異常(LBERR)の両方のどちらかが設定(1)されます。

新しいフレームの処理は開始することができます。

2. 節点(ノード)が応答を受信する場合:

中断(BREAK)領域の長さレベルのため、応用に手順崩壊を通知するためにフレーミング誤り(LFERR)フラグが設定(1)されます。

新しいフレームの処理は開始することができます。

4. 結び

全ての場合に於いて、中断(BREAK)は進行中の動作を中断して、新しいLIN採取手順を開始します。前のものを中断するフレームが優位にあり、そして失われません。応用はこのような手順崩壊を常にLIN/UART制御器のLIN異常/誤りフラグの設定(1)によって通知されます。

“データ内中断”はAtmelのLIN/UART制御器で完全に支援されます。



本社

Atmel Corporation

2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131
USA
TEL 1(408) 441-0311
FAX 1(408) 487-2600

国外営業拠点

Atmel Asia

Unit 1-5 & 16, 19/F
BEA Tower, Millennium City 5
418 Kwun Tong Road
Kwun Tong, Kowloon
Hong Kong
TEL (852) 2245-6100
FAX (852) 2722-1369

Atmel Europe

Le Krebs
8, Rue Jean-Pierre Timbaud
BP 309
78054 Saint-Quentin-en-
Yvelines Cedex
France
TEL (33) 1-30-60-70-00
FAX (33) 1-30-60-71-11

Atmel Japan

104-0033 東京都中央区
新川1-24-8
東熱新川ビル 9F
アトメル ジャパン株式会社
TEL (81) 03-3523-3551
FAX (81) 03-3523-7581

製品窓口

ウェブサイト

www.atmel.com

技術支援

avr@atmel.com

販売窓口

www.atmel.com/contacts

文献請求

www.atmel.com/literature

お断り: 本資料内の情報はAtmel製品と関連して提供されています。本資料またはAtmel製品の販売と関連して承諾される何れの知的所有権も禁反言あるいはその逆によって明示的または暗示的に承諾されるものではありません。Atmelのウェブサイト位置する販売の条件とAtmelの定義での詳しい説明を除いて、商品性、特定目的に関する適合性、または適法性の暗黙保証に制限せず、Atmelはそれらを含むその製品に関連する暗示的、明示的または法令による如何なる保証も否認し、何ら責任がないと認識します。たとえばAtmelがそのような損害賠償の可能性を進言されたとしても、本資料を使用できない、または使用以外で発生する(情報の損失、事業中断、または利益の損失に関する制限なしの損害賠償を含み)直接、間接、必然、偶然、特別、または付随して起こる如何なる損害賠償に対しても決してAtmelに責任がないでしょう。Atmelは本資料の内容の正確さまたは完全性に関して断言または保証を行わず、予告なしでいつでも製品内容と仕様の変更を行う権利を保留します。Atmelはここに含まれた情報を更新することに対してどんな公約も行いません。特に別の方法で提供されなければ、Atmel製品は車載応用に対して適当ではなく、使用されるべきではありません。Atmel製品は延命または生命維持を意図した応用での部品としての使用に対して意図、認定、または保証されません。

© Atmel Corporation 2008. 不許複製 Atmel®、ロゴとそれらの組み合わせ、AVR®とその他はAtmel Corporationの登録商標または商標またはその付属物です。他の用語と製品名は一般的に他の商標です。

© HERO 2021.

本応用記述はAtmelのAVR292応用記述(doc8125.pdf Rev.8125A-03/08)の翻訳日本語版です。日本語では不自然となる重複する形容表現は省略されている場合があります。日本語では難解となる表現は大幅に意識されている部分もあります。必要に応じて一部加筆されています。頁割の変更により、原本より頁数が少なくなっています。

必要と思われる部分には()内に英語表記や略称などを残す形で表記しています。

青字の部分はリンクとなっています。一般的に赤字の0,1は論理0,1を表します。その他の赤字は重要な部分を表します。