

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-180295
(P2004-180295A)

(43) 公開日 平成16年6月24日(2004.6.24)

(51) Int. Cl.⁷ F I テーマコード (参考)
 H O 4 L 29/14 H O 4 L 13/00 3 1 3 5 K O 3 0
 H O 4 L 12/56 H O 4 L 12/56 Z 5 K O 3 5

審査請求 未請求 請求項の数 37 O L 外国語出願 (全 75 頁)

(21) 出願番号	特願2003-383372 (P2003-383372)	(71) 出願人	501279833 アルカテル・カナダ・インコーポレイテツド
(22) 出願日	平成15年11月13日 (2003.11.13)	(74) 代理人	100062007 弁理士 川口 義雄
(31) 優先権主張番号	304701	(74) 代理人	100113332 弁理士 一入 章夫
(32) 優先日	平成14年11月27日 (2002.11.27)	(74) 代理人	100114188 弁理士 小野 誠
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100103920 弁理士 大崎 勝真

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 通信デバイスのモジュール間で伝送された喪失メッセージを検出するためのシステムおよび方法

(57) 【要約】

【課題】モジュール間のメッセージの伝送の個々の障害を検出および調整することができるメッセージング方式を改善する。

【解決手段】送信モジュールから受信モジュールに送出されているメッセージの伝送を追跡する方法およびモジュールが提供される。方法は、受信モジュールにおいてメッセージを受信するステップと、受信されたメッセージが、送信モジュールによって送出されたその前のメッセージがもしあれば、それに対する適切なシーケンスで受信モジュールによって受信されたかどうかを決定するために、受信されたメッセージを評価するステップと、受信モジュールから送信モジュールへの受信確認メッセージを生成するステップとを含み、受信確認メッセージが含むインジケータの値は、受信されたメッセージの直前に送信モジュールから受信モジュールに送信されたその前のメッセージがもしあれば、それが受信モジュールによって受信されたかどうかを示す。

【選択図】 図3A

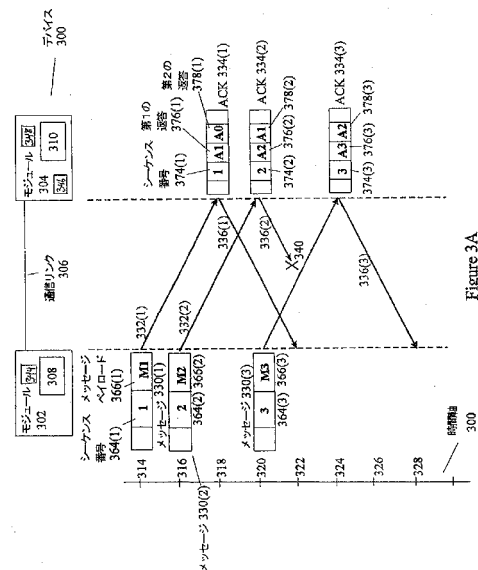


Figure 3A

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

通信デバイスにおいて送信モジュールから受信モジュールに送出されるメッセージの伝送を追跡する方法であって、

(a) 前記受信モジュールにおいてメッセージを受信するステップと、

(b) 前記受信されたメッセージが、前記送信モジュールによって送出されたその前のメッセージがもしあれば、前記その前のメッセージに対する適切なシーケンスで前記受信モジュールによって受信されたかどうかを決定するために前記受信されたメッセージを評価するステップと、

(c) 前記受信モジュールから前記送信モジュールへの受信確認メッセージを生成するステップとを含み、前記受信確認メッセージはインジケータを含み、前記受信されたメッセージの直前に前記送信モジュールから前記受信モジュールに送信された前記その前のメッセージがもしあれば、前記その前のメッセージが前記受信モジュールによって受信されたかどうかを前記インジケータの値が示す、メッセージの伝送を追跡する方法。 10

【請求項 2】

前記ステップ (b) により、前記受信されたメッセージが前記適切なシーケンスで受信されなかったと決定された場合には、前記インジケータの前記値が、前記その前のメッセージが前記受信モジュールによっては受信されなかったことを示す請求項 1 に記載のメッセージの伝送を追跡する方法。

【請求項 3】

(d) 前記受信確認メッセージを前記送信モジュールに伝送するステップをさらに含む請求項 2 に記載のメッセージの伝送を追跡する方法。 20

【請求項 4】

前記メッセージおよび前記受信確認メッセージが、前記送信モジュールから前記受信モジュールに伝送される各パケットに関連付けられる請求項 3 に記載のメッセージの伝送を追跡する方法。

【請求項 5】

各前記受信確認メッセージが、

前記受信されたメッセージについての受信確認応答を示す値を含む第 1 のフィールドと

(i) 前記インジケータの前記値、および (i i) 前記受信されたメッセージの直前に前記送信モジュールから前記受信モジュールに伝送された前記その前のメッセージについての受信確認応答を示す値のうちの一つを含む第 2 のフィールドとを含む請求項 4 に記載のメッセージの伝送を追跡する方法。 30

【請求項 6】

前記その前のメッセージについての前記受信確認応答、および、前記受信されたメッセージについての前記受信確認応答が、前記その前のメッセージおよび前記受信されたメッセージが前記受信モジュールによって受諾されたかどうかをそれぞれ示す請求項 5 に記載のメッセージの伝送を追跡する方法。

【請求項 7】

(e) 前記送信モジュールにおいて、前記受信モジュールによって送出された前記受信確認メッセージを受信するステップと、

(f) 前記受信された受信確認メッセージが、前記受信モジュールによって送出されたその前の受信確認メッセージがもしあれば、前記その前の受信確認メッセージに対する適切なシーケンスで前記送信モジュールによって受信されたかどうかを決定するステップとをさらに含む請求項 6 に記載のメッセージの伝送を追跡する方法。 40

【請求項 8】

各前記受信確認メッセージがシーケンス番号をさらに含み、

前記ステップ (b) により、前記受信されたメッセージが前記適切なシーケンスで受信されなかったと決定された場合には、前記ステップ (c) が前記受信確認メッセージの前 50

記シーケンス番号を、その旨を示す値に設定し、かつ、

前記受信された受信確認メッセージが、前記受信された受信確認メッセージの前記シーケンス番号の前記値に基づいてその前の受信確認メッセージに対する適切なシーケンスで前記送信モジュールによって受信されたかどうかを前記ステップ (f) が決定する請求項 7 に記載のメッセージの伝送を追跡する方法。

【請求項 9】

(g) 前記受信された受信確認メッセージが前記適切なシーケンスで前記送信モジュールによって受信されなかった場合には、前記受信されたメッセージの直前に前記送信モジュールから前記受信モジュールに伝送された前記その前のメッセージが前記受信モジュールによって受信されたかどうかを決定するために、前記第 2 のフィールドの前記値を評価するステップをさらに含む請求項 8 に記載のメッセージの伝送を追跡する方法。

10

【請求項 10】

(h 1) 前記受信された受信確認メッセージが適切なシーケンスで前記送信モジュールによって受信されなかった場合、および、前記第 2 のフィールドの前記値が、前記送信モジュールから伝送された前記その前のメッセージが前記受信モジュールによって受信されなかったことを示す場合には、前記その前のメッセージの喪失を反映するために前記送信モジュールの内部状態を前記受信モジュールに対して同期させるステップをさらに含む請求項 9 に記載のメッセージの伝送を追跡する方法。

【請求項 11】

(h 2) 前記受信された受信確認メッセージが適切なシーケンスで前記送信モジュールによって受信されなかった場合、および、前記第 2 のフィールドの前記値が、前記送信モジュールから伝送された前記その前のメッセージが前記受信モジュールによって受信されたことを示す場合には、前記第 2 のフィールドに含まれる前記その前のメッセージについての前記受信確認応答を処理するステップをさらに含む請求項 10 に記載のメッセージの伝送を追跡する方法。

20

【請求項 12】

前記送信モジュールが、前記受信モジュールに伝送された前記メッセージに関連付けられたメモリを割り当て、

(i) 前記第 1 のフィールドの前記値および前記第 2 のフィールドの前記値に応じて前記メモリを再割り当てするステップをさらに含む請求項 11 に記載のメッセージの伝送を追跡する方法。

30

【請求項 13】

通信デバイスにおいて受信モジュールから送信モジュールに送出されている受信確認メッセージの伝送を追跡する方法であって、前記受信確認メッセージの各々が前記送信モジュールから前記受信モジュールに送出されたメッセージに関連付けられ、

(a) 前記受信モジュールによって送出された受信確認メッセージを前記送信モジュールにおいて受信するステップを含み、前記受信された受信確認メッセージがインジケータを含み、前記インジケータの値が、前記受信された受信確認メッセージに関連付けられたメッセージの直前に前記送信モジュールから前記受信モジュールに伝送されたその前のメッセージがもしあれば、前記その前のメッセージが前記受信モジュールによって受信されたかどうかを示し、

40

(b) 前記受信された受信確認メッセージが、前記受信モジュールによって送信されたその前の受信確認メッセージがもしあれば、前記その前の受信確認メッセージに対して適切なシーケンスで前記送信モジュールによって受信されたかどうかを決定するステップをさらに含む受信確認メッセージの伝送を追跡する方法。

【請求項 14】

(c) 前記受信確認メッセージが前記適切なシーケンスで前記送信モジュールによって受信されなかった場合には、前記受信された受信確認メッセージに関連する前記メッセージの直前に前記送信モジュールから前記受信モジュールに伝送された前記その前のメッセージが前記受信モジュールによって受信されたかどうかを決定するための前記インジケータ

50

タの前記値を評価するステップをさらに含む請求項 1 3 に記載の受信確認メッセージの伝送を追跡する方法。

【請求項 1 5】

(d 1) 前記受信された受信確認メッセージが適切なシーケンスで前記送信モジュールによって受信されなかった場合、および、前記送信モジュールから伝送された前記その前のメッセージが前記受信モジュールによって受信されなかったことを前記インジケータが示す場合には、前記その前のメッセージの喪失を反映するために前記送信モジュールの内部状態を同期させるステップをさらに含む請求項 1 4 に記載の受信確認メッセージの伝送を追跡する方法。

【請求項 1 6】

(d 2) 前記受信された受信確認メッセージが適切なシーケンスで前記送信モジュールによって受信されなかった場合、および、前記インジケータが、前記送信モジュールから伝送された前記その前のメッセージが前記受信モジュールによって受信されたことを示す場合には、前記受信された受信確認メッセージに含まれる前記その前のメッセージについての受信確認応答を処理するステップをさらに含む請求項 1 5 に記載の受信確認メッセージの伝送を追跡する方法。

【請求項 1 7】

前記受信された受信確認メッセージの各々がシーケンス番号に関連付けられ、前記ステップ (b) が、

前記受信された受信確認メッセージについての予想されるシーケンス番号を、前記その前の受信確認メッセージの前記シーケンス番号に基づいて決定するステップと、

前記予想されるシーケンス番号が前記受信された受信確認メッセージについての前記シーケンス番号と合わない場合には、前記受信された受信確認メッセージが前記適切なシーケンスで前記送信モジュールによって受信されなかったことを示すステップとを含む請求項 1 6 に記載の受信確認メッセージの伝送を追跡する方法。

【請求項 1 8】

前記受信確認メッセージの各々がシーケンス番号に関連付けられ、前記ステップ (b) が、

前記その前の受信確認メッセージについての予想されるシーケンス番号を、前記受信された受信確認メッセージの前記シーケンス番号に基づいて決定するステップと、

前記予想されるシーケンス番号が前記送信モジュールによって受信された前記その前の受信確認メッセージについての前記シーケンス番号と合わない場合には、前記受信された受信確認メッセージが前記適切なシーケンスで前記送信モジュールによって受信されなかったことを示すステップとを含む請求項 1 6 に記載の受信確認メッセージの伝送を追跡する方法。

【請求項 1 9】

前記受信確認メッセージおよび前記メッセージが、前記送信モジュールから前記受信モジュールに伝送されるパケットに関連付けられる請求項 1 6 に記載の受信確認メッセージの伝送を追跡する方法。

【請求項 2 0】

各前記受信確認メッセージが、

前記受信された受信確認メッセージに関連付けられた前記メッセージについての受信確認応答を示す値を含む第 1 のフィールドと、

(a) 前記インジケータの前記値、および (b) 前記受信された受信確認メッセージに関連付けられた前記メッセージの直前に前記送信モジュールから前記受信モジュールに伝送された前記その前のメッセージについての受信確認応答を示す値のうちの 1 つを含む第 2 のフィールドとを含む請求項 1 9 に記載の受信確認メッセージの伝送を追跡する方法。

【請求項 2 1】

前記送信モジュールが、伝送の時に前記受信モジュールに伝送された前記メッセージに関連付けられたメモリを割り当て、

10

20

30

40

50

(e) 前記第 1 のフィールドの前記値および前記第 2 のフィールドの前記値に応じて前記メモリを再割り当てするステップをさらに含む請求項 20 に記載の受信確認メッセージの伝送を追跡する方法。

【請求項 22】

前記その前のメッセージについての前記受信確認応答、および、前記受信された受信確認メッセージに関連付けられた前記メッセージについての前記受信確認応答が、前記その前のメッセージ、および、前記受信された受信確認メッセージに関連付けられた前記メッセージが前記受信モジュールによって受諾されたかどうかをそれぞれ示す請求項 21 に記載の受信確認メッセージの伝送を追跡する方法。

【請求項 23】

通信デバイスにおいて送信モジュールから受信モジュールに送出されているメッセージの伝送を追跡するための受信モジュールであって、

メッセージを受信するように構成される第 1 の入力と、

前記受信されたメッセージが、前記送信モジュールによって送出されたその前のメッセージがもしあれば、前記その前のメッセージに対する適切なシーケンスで受信されたかどうかを決定するために前記受信されたメッセージを評価するように構成されたシーケンス評価ユニットと、

前記受信モジュールから前記送信モジュールへの伝送のために受信確認メッセージを生成するように構成される受信確認ユニットとを含み、前記受信確認メッセージがインジケータを含み、前記受信されたメッセージの直前に前記送信モジュールから前記受信モジュールに伝送されたその前のメッセージがもしあれば、前記その前のメッセージが前記受信モジュールによって受信されたかどうかを前記インジケータの値が示す、受信モジュール。

【請求項 24】

前記シーケンス評価ユニットが前記受信されたメッセージが前記適切なシーケンスで受信されなかったことを決定した場合には、前記その前のメッセージが前記受信モジュールによって受信されなかったことを示すように前記インジケータの前記値を前記受信確認ユニットが設定する請求項 23 に記載のメッセージの伝送を追跡するための受信モジュール。

【請求項 25】

前記受信されたメッセージの各々がシーケンス番号に関連付けられ、前記シーケンス評価ユニットが、

前記受信モジュールによって受信された前記その前のメッセージの前記シーケンス番号に基づいて、前記受信されたメッセージについての予想されるシーケンス番号を決定し、かつ、

前記予想されるシーケンス番号が前記受信されたメッセージについての前記シーケンス番号と合わない場合には、前記受信されたメッセージが前記適切なシーケンスで前記受信モジュールによって受信されなかったことを示す請求項 24 に記載のメッセージの伝送を追跡するための受信モジュール。

【請求項 26】

前記メッセージの各々がシーケンス番号に関連付けられ、

前記シーケンス評価ユニットが、

前記受信されたメッセージの前記シーケンス番号に基づいて、前記送信モジュールから前記受信モジュールに伝送された前記その前のメッセージについての予想されるシーケンス番号を決定し、かつ、

前記予想されるシーケンス番号が前記受信モジュールによって受信された前記その前のメッセージについての前記シーケンス番号と合わない場合には、前記受信されたメッセージが前記適切なシーケンスで前記受信モジュールによって受信されなかったことを示す請求項 24 に記載のメッセージの伝送を追跡するための受信モジュール。

【請求項 27】

前記メッセージおよび前記受信確認メッセージが前記送信モジュールから前記受信モジュールに伝送されるパケットに関連付けられる請求項 24 に記載のメッセージの伝送を追跡するための受信モジュール。

【請求項 28】

各前記受信確認メッセージが、

前記受信されたメッセージについての受信確認応答を示す値を含む第 1 のフィールドと

(i) 前記インジケータの前記値と、(i i) 前記受信されたメッセージの直前に前記送信モジュールから前記受信モジュールに伝送された前記その前のメッセージについての受信確認応答を示す値とのうちの 1 つを含む第 2 のフィールドとを含む請求項 27 に記載のメッセージの伝送を追跡するための受信モジュール。

10

【請求項 29】

前記その前のメッセージについての前記受信確認応答、および、前記受信されたメッセージについての前記受信確認応答が、前記その前のメッセージおよび前記受信されたメッセージが前記受信モジュールによって受諾されたかどうかをそれぞれ示す請求項 28 に記載のメッセージの伝送を追跡するための受信モジュール。

【請求項 30】

通信デバイスにおいて受信モジュールから送信モジュールに送出されている受信確認メッセージの伝送を追跡するための送信モジュールであって、

前記受信モジュールによって送出された受信確認メッセージを前記送信モジュールにおいて受信するように構成される第 1 の入力を含み、前記受信された受信確認メッセージがインジケータを含み、前記受信された受信確認メッセージに関連付けられたメッセージの直前に前記送信モジュールから前記受信モジュールに伝送されたその前のメッセージがもしあれば、前記その前のメッセージが前記受信モジュールによって受信されたかどうかを前記インジケータの値が示し、

20

前記受信された受信確認メッセージが、前記受信モジュールによって送出されたその前の受信確認メッセージがもしあれば、前記その前の受信確認メッセージに対する適切なシーケンスで前記送信モジュールによって受信されたかどうかを決定するように構成されるシーケンス評価ユニットをさらに含む受信確認メッセージの伝送を追跡するための送信モジュール。

30

【請求項 31】

前記受信された受信確認メッセージが前記適切なシーケンスで前記送信モジュールによって受信されなかった場合には、前記受信された受信確認メッセージに関連付けられた前記メッセージの直前に前記送信モジュールから前記受信モジュールに伝送された前記その前のメッセージが前記受信モジュールによって受信されたかどうかを決定するために、前記インジケータの前記値を前記送信モジュールが評価する請求項 30 に記載の受信確認メッセージの伝送を追跡するための送信モジュール。

【請求項 32】

前記受信された受信確認メッセージが適切なシーケンスで前記送信モジュールによって受信されてなかった場合、および、前記送信モジュールから伝送された前記その前のメッセージが前記受信モジュールによって受信されなかったことを前記インジケータが示す場合には、前記その前のメッセージの喪失を反映するために、前記送信モジュールが前記送信モジュールの内部状態を同期させる請求項 31 に記載の受信確認メッセージの伝送を追跡するための送信モジュール。

40

【請求項 33】

前記シーケンス評価ユニットが、前記受信された受信確認メッセージが適切なシーケンスで前記送信モジュールによって受信されなかったことを決定した場合、および、前記インジケータが、前記送信モジュールから伝送された前記その前のメッセージが前記受信モジュールによって受信されたことを示す場合には、前記送信モジュールは前記受信された受信確認メッセージに含まれる前記その前のメッセージについての受信確認応答を処理す

50

る請求項 3 2 に記載の受信確認メッセージの伝送を追跡するための送信モジュール。

【請求項 3 4】

前記受信確認メッセージおよび前記メッセージが、前記送信モジュールから前記受信モジュールに伝送されるパケットに関連付けられる請求項 3 3 に記載の受信確認メッセージの伝送を追跡するための送信モジュール。

【請求項 3 5】

各前記受信確認メッセージが、

前記受信された受信確認メッセージに関連付けられた前記メッセージについての受信確認応答を示す値を含む第 1 のフィールドと、

(a) 前記インジケータの前記値、および (b) 前記受信された受信確認メッセージに関連付けられた前記メッセージの直前に前記送信モジュールから前記受信モジュールに伝送された前記その前のメッセージについての受信確認応答を示す値のうちの 1 つを含む第 2 のフィールドとを含む請求項 3 4 に記載の受信確認メッセージの伝送を追跡するための送信モジュール。 10

【請求項 3 6】

前記送信モジュールがメモリをさらに含み、

前記送信モジュールが、前記受信モジュールに伝送された前記メッセージに関連付けられた情報を保存するために前記メモリを割り当て、前記第 1 のフィールドの前記値および前記第 2 のフィールドの前記値に応じて前記メモリを再割り当てする請求項 3 5 に記載の受信確認メッセージの伝送を追跡するための送信モジュール。 20

【請求項 3 7】

前記その前のメッセージについての前記受信確認応答、および、前記受信された受信確認メッセージに関連付けられた前記メッセージについての前記受信確認応答が、前記その前のメッセージおよび前記受信された受信確認メッセージに関連付けられた前記メッセージが前記受信モジュールによって受諾されたかどうかをそれぞれ示す請求項 3 6 に記載の受信確認メッセージの伝送を追跡するための送信モジュール。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、通信デバイスにおいて 2 つのモジュール間で伝送されるメッセージを追跡するためのシステムおよび方法に関する。詳細には、本発明は、送出されたメッセージが目的地モジュールによって受信されない時に検出する方法に関する。 30

【背景技術】

【0002】

通信デバイスにおいて、デバイスのための機能がいくつかのモジュールの形で実施されることは一般的である。たとえば、通信用スイッチにおいて、各モジュールはラインカード、スイッチファブリック、および、制御システムを含む。各モジュールは、それ自体がいくつかのサブモジュールを含むことがある。これはサブモジュールについて同様に繰り返されることがある。集積回路上で回路密度が増大するにつれ、このような回路は一般に一連の相互接続されたモジュールとして開発されている。信号はモジュール間の接続を介してモジュール間で通信される。集積回路の増大する密度および上昇する動作周波数により、接続部上を搬送される信号はエラーを含み易くなっている。 40

【0003】

通信デバイスのモジュールのためには、メッセージングシステムが一般に使用されている。このシステムにおいて、各モジュールは管理上の、および、ペイロードの情報を有するメッセージを生成することができる。管理上の情報はメッセージの意図された目的地、メッセージのサイズ、および、エラー管理情報を含むことができる。メッセージは通信リンクを介してソースモジュールから目的地モジュールに伝送される。

【0004】

しばしば、通信デバイスによって処理されるメッセージおよびデータパケットは何らか 50

の順序に維持されなければならない。データパケットを追跡する知られている方法は、シーケンス番号を各パケットに関連付けることである。通信デバイスがパケットを受信すると、そのモジュールはそのパケットを内部的に処理し、最終的に、デバイスはパケットを別の通信デバイスに伝送する。通信デバイスによるパケットの内部処理を促進するために、しばしば、別個のメッセージが各パケットに関連付けられる。各メッセージは、モジュールによる関連パケットの処理と連動してモジュール間を伝送される。メッセージが、そのパケットに関連する管理上の情報を含むため、メッセージを処理するモジュールは必ずしもパケットを処理するモジュールと同じモジュールでなくてもよいことが理解されよう。例として、パケットの処理において、1つのモジュールはパケットのための行動（たとえば、行列で待つ、廃棄する、変形するなど）について決定ごとに責任を負うことができ、別のモジュールはその行動を実行することができる。

10

【0005】

メッセージを伝送する時に、メッセージを伝送するモジュールは伝送されたメッセージが目的地モジュールによって受信されたかどうかを知る必要がある。通信リンクの障害またはメッセージ自体におけるエラーはメッセージの喪失を引き起こす。解決策として、従来技術のメッセージングシステムは、メッセージを受信するモジュールに、受信確認（ACK）メッセージを生成させ、送信モジュールに伝送し返させることによってメッセージを追跡する。送信モジュールは、最終的にACKメッセージを受信した時に伝送されたメッセージが受信されたことを知る。

【0006】

伝送/ACKメッセージ方式には短所がある。たとえば、送信モジュールによって最初のメッセージを伝送する時に障害が発生した場合には、意図された受信モジュールはそのメッセージを受信せず、返答するACKメッセージを生成しない。この状況において、送信モジュールは恐らく漠然とACKメッセージを待っている。受信モジュールによってACKメッセージを伝送する時に障害が発生した場合には、発信元送信モジュールはACKメッセージを受信せず、オリジナルのメッセージが実は受信モジュールによって問題なく受信されたという知識を持たない。これらの障害は、オリジナルのメッセージを見たか否かの異なっただけの状況に受信モジュールがあるという点で均等ではない。メッセージの喪失がシステムの動作に対する頑固な妨害をもたらすことがある多くの状況がある。伝送/ACKメッセージ方式がこれらの障害のメカニズムを区別しないと仮定すると、唯一の取るべき是正行動はシステムをリセットすることになることがある。明らかに、これはシステムの動作を途絶させる。

20

30

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0007】**

モジュール間のメッセージの伝送の個々の障害を検出および調整することができる、2つのモジュール間の改善されたメッセージング方式を提供するためのシステムおよび方法が求められている。

【課題を解決するための手段】**【0008】**

第1の態様において、通信デバイスにおいて送信モジュールから受信モジュールに送出されているメッセージの伝送を追跡する方法が提供される。この方法は、(a)受信モジュールにおいてメッセージを受信するステップを含む。この方法は同様に、(b)受信されたメッセージが、送信モジュールによって送出されたその前のメッセージがもしあれば、該その前のメッセージに対する適切なシーケンスで受信モジュールによって受信されたかどうかを決定するために受信されたメッセージを評価するステップを含む。この方法は、(c)受信モジュールから送信モジュールへの受信確認メッセージを生成するステップをさらに含み、受信確認メッセージはインジケータを含み、受信されたメッセージの直前に送信モジュールから受信モジュールに送信されたその前のメッセージがもしあれば、該その前のメッセージが受信モジュールによって受信されたかどうかを、インジケータの値

40

50

が示す。

【0009】

前記ステップ (b) により、受信されたメッセージが適切なシーケンスで受信されなかったと決定された場合には、インジケータの値はその前のメッセージが受信モジュールによっては受信されなかったことを示すことができる。

【0010】

方法は、 (d) 受信確認メッセージを送信モジュールに伝送するステップをさらに含むことができる。

【0011】

メッセージおよび受信確認メッセージは送信モジュールから受信モジュールに伝送される各パケットに関連付けることができる。

【0012】

各受信確認メッセージは、受信されたメッセージについての受信確認応答を示す値を含む第1のフィールドと、 (i) インジケータの値、および (i i) 受信されたメッセージの直前に送信モジュールから受信モジュールに伝送されたその前のメッセージについての受信確認応答を示す値、のうちの1つを含む第2のフィールドとを含むことができる。

【0013】

その前のメッセージについての受信確認応答および受信されたメッセージについての受信確認応答は、その前のメッセージおよび受信されたメッセージが受信モジュールによって受諾されたかどうかをそれぞれ示すことができる。

【0014】

方法は、 (e) 送信モジュールにおいて、受信モジュールによって送出された受信確認メッセージを受信するステップと、 (f) 受信された受信確認メッセージが、受信モジュールによって送出されたその前の受信確認メッセージがもしあれば、前記その前の受信確認メッセージに対する適切なシーケンスで送信モジュールによって受信されたかどうかを決定するステップとをさらに含むことができる。

【0015】

各受信確認メッセージはシーケンス番号をさらに含むことができる。ステップ (b) により、受信されたメッセージが適切なシーケンスでは受信されなかったと決定された場合には、ステップ (c) は受信確認メッセージのシーケンス番号をその旨を示す値に設定することができる。ステップ (f) は、受信された受信確認メッセージが、受信された受信確認メッセージのシーケンス番号の値に基づいてその前の受信確認メッセージに対する適切なシーケンスで送信モジュールによって受信されたかどうかを決定することができる。

【0016】

この方法は、 (g) 受信された受信確認メッセージが適切なシーケンスで送信モジュールによって受信されなかった場合には、受信されたメッセージの直前に送信モジュールから受信モジュールに伝送されたその前のメッセージが受信モジュールによって受信されたかどうかを決定するために、第2のフィールドの値を評価するステップをさらに含むことができる。

【0017】

この方法は、 (h 1) 受信された受信確認メッセージが適切なシーケンスで送信モジュールによって受信されなかった場合、および、第2のフィールドの値が、送信モジュールから伝送されたその前のメッセージが受信モジュールによって受信されなかったことを示す場合には、その前のメッセージの喪失を反映するために送信モジュールの内部状態を受信モジュールに対して同期させるステップをさらに含むことができる。

【0018】

この方法は、 (h 2) 受信された受信確認メッセージが適切なシーケンスで送信モジュールによって受信されなかった場合、および、第2のフィールドの値が、送信モジュールから伝送されたその前のメッセージが受信モジュールによって受信されたことを示す場合には、第2のフィールドに含まれるその前のメッセージについての受信確認応答を処理す

るステップをさらに含むことができる。

【0019】

送信モジュールは、受信モジュールに伝送されたメッセージに関連付けられたメモリを割り当てることができる。この方法は、(i)第1のフィールドの値および第2のフィールドの値に応じてメモリを再割り当てするステップをさらに含むことができる。

【0020】

第2の態様においては、通信デバイスにおいて受信モジュールから送信モジュールに送出されている受信確認メッセージの伝送を追跡する方法が提供される。受信確認メッセージの各々は送信モジュールから受信モジュールに送出されたメッセージに関連付けられている。この方法は、(a)受信モジュールによって送出された受信確認メッセージを送信モジュールにおいて受信するステップを含み、受信された受信確認メッセージはインジケータを含み、受信された受信確認メッセージに関連付けられたメッセージの直前に送信モジュールから受信モジュールに伝送されたその前のメッセージがもしあれば、該その前のメッセージが受信モジュールによって受信されたかどうかを、インジケータの値が示す。この方法は、(b)受信された受信確認メッセージが、受信モジュールによって送出されたその前の受信確認メッセージがもしあれば、該その前の受信確認メッセージに対する適切なシーケンスで送信モジュールによって受信されたかどうかを決定するステップを同じく含む。

10

【0021】

第3の態様においては、通信デバイスにおいて送信モジュールから受信モジュールに送出されているメッセージの伝送を追跡するための受信モジュールが提供される。受信モジュールは、メッセージを受信するように構成される第1の入力と、受信されたメッセージが、送信モジュールによって送出されたそれ以前のメッセージがもしあれば、該それ以前のメッセージに対する適切なシーケンスで受信されたかどうかを決定するために受信されたメッセージを評価するように構成されたシーケンス評価ユニットとを含む。受信モジュールは受信モジュールから送信モジュールへの伝送のために受信確認メッセージを生成するように構成される受信確認ユニットを同じく含み、受信確認メッセージがインジケータを含み、受信されたメッセージの直前に送信モジュールから受信モジュールに伝送されたその前のメッセージがもしあれば、該その前のメッセージが受信モジュールによって受信されたかどうかを、インジケータの値が示す。

20

30

【0022】

第3の態様においては、通信デバイスにおいて受信モジュールから送信モジュールに送出されている受信確認メッセージの伝送を追跡するための送信モジュールが提供される。送信モジュールは、受信モジュールによって送出された受信確認メッセージを送信モジュールにおいて受信するように構成される第1の入力を含み、受信された受信確認メッセージがインジケータを含み、受信された受信確認メッセージに関連付けられたメッセージの直前に送信モジュールから受信モジュールに伝送されたその前のメッセージがもしあれば、該その前のメッセージが受信モジュールによって受信されたかどうかを、インジケータの値が示す。送信モジュールは、受信された受信確認メッセージが、受信モジュールによって送出されたその前の受信確認メッセージがもしあれば、該その前の受信確認メッセージに対する適切なシーケンスで送信モジュールによって受信されたかどうかを決定するように構成されるシーケンス評価ユニットを同じく含む。

40

【0023】

他の態様においては、上記の態様の様々な組合せおよび部分集合が提供される。

【0024】

本発明の前述および他の態様は、本発明の特定の実施形態の以下の説明、および、本発明の原理を例の方法のみによって示す添付の図面からより明らかになる。図面において、同じ要素は同じ参照番号を取る(かつ、個々の要素は一義的な英字添え字を付けられる)。

【発明を実施するための最良の形態】

50

【 0 0 2 5 】

以下の説明、および、その中で説明される実施形態は、本発明の原理の特定の実施形態の例の説明の方法によって提供される。これらの例は、それらの原理の限定および本発明の限定ではなく、説明の目的のために提供される。以下の説明において、同じ部品は、本明細書および図面の全体を通じて、同じ個々の参照番号が付けられる。

【 0 0 2 6 】

従来技術のメッセージング方式

実施形態の特徴を説明するために、先ず、従来技術のメッセージング方式の特徴および問題を述べる。

【 0 0 2 7 】

図 1 A を参照すると、通信スイッチ内の従来技術の通信デバイス 1 0 0 が示される。通信スイッチ、および、したがって、通信デバイス 1 0 0 はデータトラフィックの伝送を処理する。知られているように、データトラフィックを処理する際に、スイッチはデータトラフィックを一連の部分、またはパケットに区分することができる。スイッチに対して上流側のデバイスも既に区分化を実行していることが可能である。各パケットはデータトラフィックの他のパケットを基準として順序づけられた要素である。パケットは各々独立に処理され、通信デバイスによって伝送される。パケットの処理および伝送の追跡の支援とするために、通信デバイスは各パケットを追跡するための一連の離散型メッセージを使用する。デバイス 1 0 0 は、パケットの処理の間にパケットおよびそれらのメッセージを追跡するためのモジュール 1 0 2 およびモジュール 1 0 4 を有する。モジュール 1 0 2 および 1 0 4 は、パケットおよびメッセージに関連する情報を保存するための内部メモリ 1 0 8 および 1 1 0 をそれぞれ有する。モジュール 1 0 2 および 1 0 4 は、通信リンク 1 0 6 を介してそれらのメッセージを互いに伝送し合う。

【 0 0 2 8 】

パケット 1 2 0 がモジュール 1 0 2 に到着すると、モジュール 1 0 2 は、パケット 1 2 0 を保存するために内部メモリ 1 0 8 からメモリ 1 2 2 を割り当てる。パケット 1 2 0 の伝送を処理する際に、モジュール 1 0 2 および 1 0 4 によってメッセージ 1 3 0 が生成され、通信リンク 1 0 6 を介して互いに対して伝送される。パケット 1 2 0 に関連する情報を処理するために、矢印 1 3 2 で示すように、モジュール 1 0 2 はメッセージ 1 3 0 を通信リンク 1 0 6 を介してモジュール 1 0 4 に伝送する。モジュール 1 0 4 は、メッセージ 1 3 0 を受信すると、矢印 1 3 6 で示すように、通信リンク 1 0 6 を介してモジュール 1 0 2 に ACK 1 3 4 を伝送することによって応答する。

【 0 0 2 9 】

図 1 B を参照すると、1つの従来技術の実施において、メッセージ 1 3 0 は 4 バイトを含み、メッセージ識別子 1 6 2 を含むメッセージ識別子フィールド 1 6 2 ' (4 ビット)、シーケンス番号 1 6 4 を含むシーケンス番号フィールド 1 6 4 ' (8 ビット)、メッセージペイロード 1 6 6 を含むメッセージペイロード 1 6 6 ' (2 0 ビット) を含む一連のフィールドに区分されている。図 1 C を参照すると、1つの従来技術の実施において、ACK 1 3 4 は 2 バイトを含み、メッセージ識別子 1 7 2 を含むメッセージ識別子フィールド 1 7 2 ' (4 ビット)、シーケンス番号 1 7 4 を含むシーケンス番号フィールド 1 7 4 ' (8 ビット)、返答 1 7 6 を含む返答フィールド 1 7 6 ' (1 ビット)、および、パディングフィールド 1 7 8 ' (3 ビット) を含む一連のフィールドに同じく区分されている。この例において、返答フィールド 1 7 6 ' は、これに対応するパケット 1 2 0 が受諾されるか廃棄されるかを示す対応メッセージ 1 3 0 に対する応答を含む。フィールド 1 6 4 および 1 7 4 に置かれたシーケンス番号はメッセージがシーケンスされることを可能にする。

【 0 0 3 0 】

図 2 を参照すると、通信リンク 1 0 6 を介したモジュール 1 0 2 と 1 0 4 との間のメッセージ 1 3 0 および ACK 1 3 4 の交換の 3 つのシナリオが示されている。時間軸 2 0 0 はモジュール 1 0 2 と 1 0 4 との間の伝送メッセージ 1 3 0 および ACK 1 3 4 の時間を

10

20

30

40

50

区切っている。

【0031】

第1のシナリオにおいて、一連のメッセージ130およびACK134はモジュール102と104との間で問題なく交換されている。このシナリオにおいて、時刻202に、パケット120(1)はモジュール102に到着し、これはモジュール102がメッセージ130(1)を生成し、モジュール104に伝送するためのきっかけとなる。矢印232(1)で示すように、モジュール102は、通信リンク106を介してモジュール104にメッセージ130(1)を伝送する。時刻208に、モジュール104はメッセージ130(1)を受信し、メッセージ130(1)を受信したことに応じて、ACK134(1)を生成する。したがって、矢印236(1)で示すように、モジュール104はモジュール102にACK134(1)を伝送し、これはモジュール102に時刻214に到着する。ACK134(1)を受信することによって、モジュール102はメッセージ130(1)がモジュール104によって受信されたことを決定することができる。

10

【0032】

第2のシナリオにおいて、メッセージ130およびACK134の交換に障害点が導入される。このシナリオにおいて、時刻206に、パケット120(2)はモジュール102に到着し、矢印232(2)で示すように、メッセージ130(2)の生成および通信リンク106を介したモジュール104への伝送のきっかけとなる。時刻212に、モジュール104はメッセージ130(2)を受信し、ACK134(2)を生成し、矢印236(2)で示すように、これがモジュール102に伝送される。しかし、通信リンク106の障害240はACK134(2)がモジュール102において受信されることを妨害する。したがって、一連のメッセージ130と対応する一連の処理されたパケット120との間の同期の切断が起こる。

20

【0033】

第3のシナリオにおいて、障害点はモジュール102からモジュール104へのメッセージング処理に導入されている。時刻210に、パケット120(3)はモジュール102に到着し、矢印232(3)で示すように、メッセージ130(3)の生成およびモジュール104への伝送のきっかけとなる。しかし、障害242はメッセージ130(3)がモジュール104に到着することを妨害する。したがって、モジュール104は、メッセージ130(3)についてACK134を生成せず、伝送もしない。

30

【0034】

第2および第3のシナリオにおいて、メモリを再獲得し、モジュール102および104に含まれる情報を再同期するために、デバイス100は障害状態に対して応答しなければならない。これが行われなければ、モジュールの調整は妨害されるか、または、完全に喪失する可能性が高く、使用されていたメモリは再割り当て可能とはならないことがある。同じ障害状態が再び発生すると、追加のメモリは使用不可能になることがあり、最終的に、通信デバイスを動作不能にする。

【0035】

ACKメッセージを含めた従来技術のシステムのメッセージおよび実施形態は、パリティ、CRC、および、他の知られている符号化方式を含む様々なエラー検出方式(または、エラー検出および訂正方式)を使用することができる。エラーの検出および訂正を提供する符号化方式は帯域幅上は効率的でない傾向にある。エラー検出方式は、誤った情報の通過を妨害することに非常に有効とすることができるが、応答は、一般的にエラーのあるメッセージを廃棄することに限定される。

40

【0036】

実施形態の基本的な特徴

簡単に言えば、実施形態の通信デバイスは、第1と第2のモジュールとの間で通信リンクを介して通信する第1のモジュールおよび第2のモジュールを有する。典型的なメッセージングシステムにおいて、第1のモジュールは第2のモジュールにメッセージを伝送する。第2のモジュールは受信確認メッセージ(「ACKメッセージ」または単に「ACK

50

」)でメッセージに返答する。ACKは第2のモジュールが現在のメッセージを受信したことを示す。しかし、ACKは、第2のモジュールがその前のメッセージ、特に、現在のメッセージの前に送出された最後のメッセージを受信したかどうかの指示も含む。メッセージは自身を互いから区別するため、および、互いに対する自身の順序を識別するためにシーケンス番号を有する。第2のモジュールは受信されたメッセージのシーケンス番号の追跡も行い、その前のメッセージが受信されたかどうかを決定することができる。実施形態のメッセージング方式は、以前に受信されたメッセージおよび予想されるメッセージに対する現在のメッセージの追跡を可能にする。

【0037】

実施形態のメッセージング方式および通信デバイス

図3Aを参照すると、実施形態の通信デバイス300は、これが、通信リンク306によって接続された第1のモジュール302および第2のモジュール304を有する点でデバイス100と同じである。本発明に関連する差は、モジュール間で送出される通信のために使用されるメッセージング方式において提供される。特に、モジュール302は内部メモリ308を有し、モジュール304は内部メモリ310を有する。デバイス300のモジュール302および304は、デバイス300に到着する(図示しない)パケットを処理するために互いにメッセージ330を伝送する。モジュール304がメッセージ330を受信すると、これはモジュール302にACK334を伝送する。モジュール302および304は、本明細書に説明されるメッセージ処理を実施するための適切な制御論理を有する通信用スイッチによって伝送されているパケットの態様を処理するASICであってもよい。代わりに、メッセージ処理は、モジュール上で動作する適切なソフトウェア/ファームウェアで実施することができる。実施形態において、通信リンク306は好ましくは光信号発生リンクである。メッセージ330およびACK334の内容は、通信リンク306の伝送プロトコルに従った伝送のために変換されなければならないことがある。異なった実施形態において、モジュール302および304は同じ機能的要素、たとえば、同じラインカード上にあってもよく、または、それらは異なった機能的要素上にあってもよく、たとえば、モジュール302がラインカード上にあってもよく、モジュール304は制御システム内にあってもよい。特定の実施において、ユニットとして考えられるシステムはラインカードの一部であり、2つのモジュールはそのラインカード上に位置するASICである。

【0038】

デバイス300において、各メッセージ330は、履歴的識別子として機能し、順番になったパケットの対応する集合について生成されたメッセージ330の集合におけるその順序を示す位置を示すシーケンス番号に関連付けられる。シーケンス番号を追跡することによって、モジュールがメッセージ330を受信すると、モジュールは含まれるシーケンス番号を抽出することができ、ちょうど受信したばかりのメッセージがその直前に受信されたメッセージ330とシーケンスになっているかどうかを決定することができる。同様に、モジュールは、その直後にどのようなメッセージ330が受信されると予想されるかを決定することができる。シーケンス番号の生成は、シーケンス番号が(メッセージ/ACK信号シーケンスの伝送および受信のための伝送時間に匹敵する)ある時間の長さ内で繰り返さず、かつ、同じ値を使用して2つの位置で独立に生成できるいかなる方法でも実行することができる。(最大値におけるラップアラウンドを備えた)カウンタがこれらの要件を満たす単純な例であり、これは、与えられたいかなる値からも先行するまたは後続する値を決定することが簡単であるという長所をさらに有する。このようにして、モジュール304が、これが受信した最後のメッセージ330のシーケンス番号を保存している場合には、これは、これが受信する次のメッセージ330がシーケンスになっているか否かを決定することができる。そして、否であれば、これは、どのメッセージ330が受信されなかったかを決定することができる。同様に、モジュール302が、これが受信した最後のACK334のシーケンス番号を保存している場合には、これは、これが受信する次のACK334がシーケンスになっているか否かを決定することができる。そし

10

20

30

40

50

て、否であれば、これはどのACK 334が受信されなかったかを決定することができる。

【0039】

図3Bを参照すると、(モジュール302によって生成された)メッセージ330は少なくとも以下のフィールド、メッセージ識別子362を含むメッセージ識別子フィールド362'(4ビット)、シーケンス番号364を含むシーケンス番号フィールド364'(8ビット)、および、ペイロード366を含むメッセージペイロードフィールド366'(20ビット)を含む。受信されたメッセージ330について、モジュール304は、ちょうど受信されたメッセージ330の後にどのようなメッセージ330が受信されるべきであるかを決定するためにシーケンス番号364を使用することができ、ちょうど前に受信されたメッセージ330とちょうど受信されたメッセージ330との間にメッセージのギャップ、すなわち、行方不明になったメッセージ330があるかどうかを決定することができる。シーケンスのギャップはシーケンス評価ユニット344によってモジュール302において評価される。

【0040】

図3Cを参照すると、ACK 334はモジュール302への伝送のためにモジュール304において受信確認ユニット348によって生成され、受信されたメッセージ330に応じる。ACK 334は少なくとも以下のフィールド、メッセージ識別子372を含むメッセージ識別子フィールド372'(4ビット)、シーケンス番号374を含むシーケンス番号フィールド374'(8ビット)、これの対応するメッセージについての受信確認応答(受諾または廃棄)である第1の返答376を含む第1の返答フィールド376'(1ビット)、第2の返答378を含む第2の返答フィールド378'(2ビット)、および、パディングフィールド380'(1ビット)を含む。実施においては、ACK 334がACK 134(図1C)と同じサイズであることが理解されよう。したがって、実施形態の信号発生方式のためには低い帯域幅のオーバーヘッドがある。さらに、多くの場合、信号発生帯域幅の要件に増加はない可能性がある。

【0041】

第2の返答378は、ACK 334の直前に送出された第1の返答376の受信確認応答の指示を提供する。したがって、メッセージのギャップが発生しなければ、モジュール304は、次のACK 334の第2の返答378を格納するために直前のACK 334の第1の返答376を保存する。モジュール302も以前に受信されたACK 334のシーケンス番号374を保存し、受信されたACK 334のシーケンスのギャップがいつ発生したかを認識する。シーケンスのギャップはシーケンス評価ユニット344によってモジュール302において評価される。シーケンスのギャップは、モジュール302が第2の返答378から情報を読むことを促す。含まれる情報から、モジュール302は喪失されたACK 334からの情報を受け取る。

【0042】

図3Aはモジュール302と304との間のメッセージ330およびACK 334の交換の2つのシナリオを示す。時間軸312はモジュール302と304との間のメッセージ330およびACK 334の伝送の時間を区切っている。

【0043】

第1のシナリオにおいて、通常の問題のない一連のメッセージ330およびACK 334はモジュール302と304との間で交換される。時刻314に、矢印332(1)で示すように、モジュール302はメッセージ330(1)を生成し、通信リンク306を介してモジュール304に伝送する。メッセージ330(1)にはシーケンス番号364(1)、および、モジュール304に対する処理指示を含むメッセージペイロード366(1)が格納される。その後、メッセージ330(1)はモジュール304に到着する。その後、時刻318に、モジュール304の受信確認ユニット348はACK 334(1)を生成し、それにシーケンス番号374(1)、第1の返答376(1)、および、第2の返答378(1)を格納する。シーケンス番号374(1)は、メッセージ330(1)

10

20

30

40

50

1) のシーケンス番号 364(1) に関連付けられた、番号としての符号を含む。実施形態において、ACK334 についてのシーケンス番号 374 はそのメッセージ 330 についてのシーケンス番号 364 に設定される。第 1 の返答 376(1) は(「A1」で示す)メッセージ 330(1) に対する受信確認応答を含む一方、第 2 の返答 378(1) は(「A0」で示す)(図示しない)以前のメッセージであるメッセージ 330(0) についての受信確認応答を含む。モジュール 304 は、さらなる使用のためにシーケンス番号 364(1) および第 1 の返答 376(1) を保存する。矢印 336(1) で示すように、モジュール 304 は ACK334(1) をモジュール 302 に伝送し、これは時刻 322 に到着する。シーケンスに沿って伝送されたパケットを使用してシーケンス番号 374 を追跡することによって、モジュール 302 が ACK334(1) を受信すると、シーケンス評価ユニット 344 はそれからシーケンス番号 374(1) を抽出することができ、それを、以前に受信されたシーケンス番号 374 と比較する。それは、この処理を、保存されているシーケンス番号 374 と受信されたシーケンス番号 374(1) とを比較することによって行う。シーケンス評価ユニット 344 は、メッセージのギャップがあるかどうかを決定するために、保存されているシーケンス番号 374 から数え上げるか、次に受信されたシーケンス番号 374 から数え戻るか、のいずれかができる。シーケンスのギャップは、ACK334 が最後の 2 つのシーケンス番号 374、すなわち、最後の 2 つの受信された ACK334 の間で受信されなかったことを示唆する。シーケンス評価ユニット 344 はメッセージのギャップがないことを決定する。

10

20

30

40

50

【0044】

第 2 のシナリオにおいて、時刻 322 の間もなく後に通信リンク 306 に障害 340 が存在するために、ACK334 はモジュール 302 への途中で喪失される。このシナリオにおいて、時刻 316 に、矢印 332(2) で示すように、モジュール 302 は通信リンク 306 を介してモジュール 304 にメッセージ 330(2) を伝送する。続いて、メッセージ 330(2) はモジュール 304 に到着する。時刻 320 に、受信確認ユニット 348 は、シーケンス番号 374(2)、第 1 の返答 376(2)、および、第 2 の返答 378(2) を含む ACK334(2) を生成する。矢印 334 で示すように、モジュール 304 は通信リンク 306 を介して ACK334(2) を伝送するが、これは障害 340 のためにモジュール 302 に到着しない。その後、時刻 320 に、矢印 332(3) で示すように、モジュール 302 は通信リンク 306 を介してモジュール 304 にメッセージ 330(3) を伝送する。続いて、メッセージ 330(3) はモジュール 304 に到着する。時刻 324 に、受信確認ユニット 348 は ACK334(3) を生成し、それにシーケンス番号 374(3)、第 1 の返答 376(3)、および、第 2 の返答 378(3) を格納する。第 2 の返答 378(3) は、モジュール 302 に到着しなかったメッセージ 330(2) に提供される受信確認応答を含む。矢印 336(3) で示すように、モジュール 304 はモジュール 302 に ACK334(3) を伝送する。ACK334(3) は時刻 328 にモジュール 302 に到着する。シーケンス評価ユニット 344 は受信されたシーケンス番号 374(3) を保存されているシーケンス番号 374(1) と再び比較する。シーケンス評価ユニット 344 は、保存されているシーケンス番号 374(1) から数え上げるか、受信されたシーケンス番号 374(3) から数え戻るか、のいずれかによってこれを行う。図示するように、現在の応答についてのシーケンス番号 374(3) が「3」であるために、シーケンス評価ユニット 344 はシーケンス番号が受信された ACK334 についての予想される次の値を有するかどうかを決定する。「3」のキーについて「2」が予想され、それが提供されなかったために、シーケンス評価ユニット 344 は不一致を認識し、エラーが発生したことに気付く。シーケンス評価ユニット 344 はこのエラーをモジュール 302 に示し、続いて、モジュール 302 は第 2 の返答 378(3) から喪失された情報を読み取る。この時、モジュール 302 には、メッセージ 330(2) に対する以前に喪失された受信確認応答が提供される。

【0045】

次に、図 4 を参照すると、モジュール 304 は、以前に伝送されたメッセージ 330 が

受信されたかどうかを決定するためにシーケンス番号364を追跡する。モジュール304は、以前のメッセージ330からシーケンス番号364を保存することによって、メッセージのギャップがあるかどうかを決定する。シーケンス番号364を持つメッセージ330を受信した後、モジュール304は、シーケンス番号364を保存されているシーケンス番号364と比較する。モジュール304は、受信されたシーケンス番号364が予想された値を有するかどうかを決定するために、保存されているシーケンス番号364から数え上げるか、受信されたシーケンス番号364から数え戻るか、のいずれかができる。シーケンスのギャップはシーケンス評価ユニット346によってモジュール304において評価される。モジュール304が、これが以前に伝送されたメッセージ330を受信しなかったことを決定した場合には、現在のACK334における第2の応答378は、モジュール304によって、この状態を示すためのフラグ値に設定される。ACK334は受信確認ユニット348によってモジュール304において生成される。モジュール304は、ACK334のシーケンスにおけるギャップを示すシーケンス番号374のための値を生成する。ACK334はシーケンス番号374を備えてモジュール302に伝送される。モジュール302は受信されたシーケンス番号374におけるギャップについてチェックを行う。シーケンスにおけるギャップはシーケンス評価ユニット344によってモジュール302において評価される。シーケンスにおけるギャップは、以前に伝送されたメッセージ330がモジュール304によって受信されなかったことをモジュール302に示すためのインジケータとしてフラグ値が機能する第2の返答378から情報をモジュール302が読むことを促す。続いて、モジュール302は、メッセージ330の喪失を反映するために、自身の内部状態を更新することによってモジュール304に自身を再同期することができる。同期は、喪失されたメッセージ330に関する情報を廃棄すること、または、喪失されたメッセージ330を再伝送することなどの手段によって達成することができる。したがって、メッセージのギャップが発生した場合、メッセージ330が再伝送される場合には、モジュール302は伝送されるメッセージ330を保存することができる。

10

20

30

40

50

【0046】

図4において、デバイス300のモジュール304への途中で喪失されたメッセージ330の例を示す。時間軸400はモジュール302と304との間のメッセージおよびACKの伝送の時間を区切っている。時刻402において、矢印432(11)で示すように、モジュール302は通信リンク306を介したモジュール304への伝送のためにメッセージ330(11)を生成する。メッセージ330(11)には、シーケンス番号364(11)、および、モジュール304のための処理パラメータを含むメッセージペイロード366(11)が格納される。続いて、メッセージ330(11)はモジュール304に到着する。

【0047】

モジュール304のシーケンス評価ユニット346はシーケンス番号364(11)を以前に保存したシーケンス番号364と比較する。シーケンス評価ユニット346はメッセージのギャップが発生していないことを決定する。

【0048】

時刻406に、受信確認ユニット348はACK334(11)を生成し、それに、シーケンス番号374(11)、第1の返答376(11)、および、第2の返答378(11)を格納する。第1の返答376(11)は(「A11」で示す)メッセージ330(11)についての受信確認応答を含む一方、第2の返答378(11)は以前のメッセージである(図示しない)(「A10」で示す)メッセージ330(10)についての受信確認応答を含む。モジュール304は、今後の使用のために、シーケンス番号364(11)および第1の返答376(11)を保存する。矢印436(11)で示すように、モジュール304はモジュール302にACK334(11)を伝送し、これは時刻410に到着する。モジュール302におけるシーケンス評価ユニット344は、同様に、シーケンス番号374(11)を以前に保存したシーケンス番号374と比較し、シーケン

スのギャップが発生しなかったことを決定する。

【0049】

時刻404に、矢印432(12)で示すように、モジュール302はメッセージ330(12)を生成し、通信リンク306を介してモジュール304に伝送する。しかし、障害442のために、メッセージ330(12)はモジュール304に到着しない。したがって、受信確認ユニット348はACK334を生成するためのきっかけを持っていない。

【0050】

時刻406に、矢印432(13)に示すように、モジュール302は通信リンク306を介してモジュール304にメッセージ330(13)を伝送する。続いて、メッセージ330(13)はモジュール304に到着する。シーケンス評価ユニット346はメッセージ330(13)からシーケンス番号364(13)を抽出し、それを保存されているシーケンス番号364(11)と比較する。シーケンス評価ユニット346は、保存されているシーケンス番号364(11)から数え上げるか、受信されたシーケンス番号364(13)から数え戻るか、のいずれかによってこれを行う。現在のメッセージについてのシーケンス番号364(13)が「13」であるために、図示するように、シーケンス評価ユニット346は、シーケンス番号が最後に受信されたメッセージ330について予想される次の値を有するかどうかを決定する。「13」のキーについて「12」が予想され、それが提供されなかったために、エラーが発生した。したがって、受信確認ユニット348は第2の返答378(13)に、「inv」で示す)以前のメッセージ330が受信されなかったことを示す「無効」フラッグを格納する。

【0051】

時刻410に、受信確認ユニット348はACK334(13)を生成し、それに、シーケンス番号374(13)、第1の返答376(13)、および、第2の返答378(13)を格納する。モジュール304は、ACK334のシーケンスにおけるギャップを示すシーケンス番号374(13)のための値を生成する。これは、メッセージ330(13)から、シーケンス番号364(13)のための値をコピーすることによって最も容易に達成される。第1の返答376(13)は、「A13」で示す)メッセージ330(13)についての受信確認応答を含む一方、第2の返答378(13)は「無効」フラッグを含む。

【0052】

矢印436(13)で示すように、モジュール304はACK334(13)をモジュール302に伝送し、これは時刻414に到着する。シーケンス評価ユニット344は、受信されたシーケンス番号374におけるギャップについて再びチェックを行う。シーケンス評価ユニット344は、モジュール302が第2の返答378(13)から情報を読むことを促すシーケンスのギャップを検出する。第2の返答378(13)における「無効」フラッグは、以前のメッセージ330(12)がモジュール304に到着しなかったことをモジュール302に対して示す。続いて、モジュール302は自身をモジュール304に再同期させる。この例においては、矢印432(14)で示すように、モジュール302が、メッセージ330(14)を、障害442のために喪失された処理パラメータとともにモジュール304に伝送する。これは、メッセージ330(12)において本来は伝送された、メッセージ330(14)におけるメッセージペイロード364(14)における値「M12」によって示される。モジュール302は、メッセージペイロード364(12)に関連する情報を廃棄することを含む他の手段によっても自身をモジュール304に再同期させることができることが理解されよう。

【0053】

したがって、説明される実施形態の基本アルゴリズムおよび方式は、メッセージ330の集合に対する最後のACK334の喪失を遠くまでは追跡しない。デバイス300は図5に示す以下の方法でこの状況に対処する。この方法において、時間軸500はモジュール302と304との間のメッセージ330およびACK334の伝送の時間を区切って

いる。障害 540 で終結する矢印 536 (21) (i) で示すように、メッセージ 330 (21) に対する最後の ACK 334 (1) がモジュール 304 への途中で喪失されるシナリオを示す。モジュール 304 は過剰な帯域幅について通信リンク 306 をモニタする。通信リンク 306 上に利用可能な帯域幅があれば、矢印 536 (21) (ii) で示すように、モジュール 304 は ACK 334 (1) をモジュール 302 に再伝送する。シーケンスのギャップについてチェックを行っているシーケンス評価ユニット 344 は、ACK 334 (21) (ii) が次の予想される ACK 334 であることを決定し、それに従って処理を行う。

【0054】

モジュール 302 からモジュール 304 への最後のメッセージ 330 が喪失された場合には、通信リンク 306 上で利用可能となっている帯域幅上で、モジュール 304 は以前の ACK 334 を伝送する。次の ACK 334 はモジュール 302 によって受信された以前の ACK 334 と同じ情報を含む。シーケンスのギャップについてチェックを行っている、モジュール 304 におけるシーケンス評価ユニット 344 は、受信されたシーケンス番号 374 が最後のシーケンス番号 374 と合うかどうかを決定する。これによって、モジュール 302 は、最後のメッセージ 330 が喪失されたことを認識し、最後のメッセージ 330 を再伝送する。

【0055】

モジュール 302 からモジュール 304 にメッセージが伝送されていない遊びの状態のもとでは、モジュール 304 は、帯域幅が利用可能であるために自身が以前に送出した最後の有効な ACK 334 を伝送する。帯域幅の使用を留保するためには、ACK 334 のために全ての遊んでいる帯域幅を使用することより、むしろ、ACK 334 が送出されるレートを制限することの方が望ましいことがある。受信されたメッセージ 330 がない初期化の場合では、受信された有効なメッセージ 330 がないことを示す ACK 334 が生成される。これを示すためには、多くの方法を使用することができる。第 1 の返答 376 は、これに追加されて「有効/無効」ビットを有することができるか、シーケンス番号 374 は無効な値を与えられることができるか、または、シーケンス番号 374 は、シーケンス番号 374 の初期値に先行する値に初期化することができる。たとえば、シーケンス番号 374 が 8 ビットの長さであり、モジュール 302 がそれを「0」を表す 2 進法の数に初期化すれば、この状態で、モジュール 304 は、ACK 334 メッセージを、「255」を表す 2 進法の数を有するシーケンス番号 374 とともに送出する。

【0056】

さらに、モジュール 302 は、ACK 334 がある定められた時間の長さ以内にメッセージ 330 に対応して受信されない場合には、モジュール 302 がメッセージ 330 は喪失されたと考え、それに従って反応する「タイムアウト」機能を提供することができる。

【0057】

実施形態のデバイスでは、モジュール 302 と 304 との間のメッセージングが典型的に非常に信頼できる、すなわち、伝送されるメッセージ 330 および ACK 334 の数に比較して、比較的少ないメッセージ 330 および ACK 334 が喪失される。しかし、デバイス 300 において伝送される大量のメッセージ 330 および ACK 334 について、これは、モジュール 302 および 304 に、それぞれそれらの内部メモリ 308 および 310 のかなり大きな部分の軌跡を未だに喪失させる。実施形態のメッセージ 330 および ACK 334 を伝送する方法は良好に機能する。なぜなら、デバイス 300 の通常の動作では、連続するメッセージ 330 および ACK 334 の喪失の発生レートが低いからである。伝送においてメッセージ 330 および ACK 334 が喪失されるレートが、モジュール間で問題なく伝送されるメッセージを生成するためのシステムの能力を超えたために実施形態が上記に詳述した訂正を行うことができなければ、重大な、修復不可能な障害が発生し、システムのリセットを必要とすることを想定することができる。

【0058】

モジュール 302 において受信されたシーケンス番号 374 が 2 つ以上のシーケンス番

10

20

30

40

50

号 374 のギャップを示すように、上述のシステムがメッセージ 330 を喪失した場合には、述べたような特定の実施形態はそのギャップを訂正することを可能とすることができず、単一のメッセージ 330 または ACK 334 の喪失がある時に可能であるシステムの正確さのレベルを保証することを可能とすることができない。この場合、モジュール 302 は、ACK 334 が受信されていないメッセージ 330 が喪失されたことを想定することができ、これは、タイムアウト期限を超えているために、モジュール 302 が既に行っていることがある。喪失されたものが、いくつかの ACK 334 メッセージであった可能性があるため、正確な挙動は保証されないことに留意されたい。多くのメッセージ 330 および / または ACK 334 が喪失されると、リンクのレベルのエラー検出がシステム内のより高次のレベルのデバイスにシステムのリセットのきっかけとなる可能性がある警報を発する可能性が高い。モジュール 302 において受信されたシーケンス番号 374 が 2 つ以上のシーケンス番号 374 のギャップを示す場合には、モジュール 302 がこれを使用して警報を発し、警報を使用してシステムリセットをトリガすることができる。

10

【0059】

次に、システムのリセットを必要とせずに連続するメッセージの喪失からのシステムの復帰を支援するための実施形態の拡張を説明する。喪失が復帰できる連続するメッセージの数は、連続するエラーの予想されるレートに従って設計することができる。

【0060】

連続する喪失された ACK またはメッセージを追跡する実施形態のメッセージング方式および通信デバイス

20

連続するメッセージ 330 または ACK 334 の喪失の発生の可能性がより高い状況において、上述の実施形態は、ACK 334 の長さを増やすこと、および、発信元のモジュールに多くの以前の受信確認応答を伝送することによって拡張することができる。したがって、図 6A を参照すると、実施形態の拡張である通信デバイス 600 が示されている。この図において、デバイス 600 は、これが通信リンク 606 によって接続された第 1 のモジュール 602 および第 2 のモジュール 604 を有するという点でデバイス 300 と同じである。モジュール 602 および 604 は、共に内部メモリ（図示せず）を有する。モジュール 602 および 604 の双方は、デバイス 600 に到着するパケットを処理するために互いにメッセージ 630 を伝送する。メッセージ 630 を受信するモジュールは、メッセージ 630 を発信するモジュールに ACK 634 を伝送する。

30

【0061】

モジュール 304 に関して説明すると、ちょうど受信されたメッセージ 630 と最後に受信されたメッセージ 630 との間のシーケンス番号 664 にギャップがあるかどうかを決定するために、モジュール 604 におけるシーケンス評価ユニット 644 は、シーケンス番号 664 を介して予想される次のメッセージ 630 を追跡し、シーケンス番号 664 を使用することができる。

【0062】

図 6B を参照すると、モジュール 602 がメッセージ 630 を生成した時、メッセージ 630 は少なくとも以下のフィールド、メッセージ識別子 662 を含むメッセージ識別子フィールド 662'（4 ビット）、シーケンス番号 664 を含むシーケンス番号フィールド 664'（8 ビット）、および、メッセージペイロード 666 を含むメッセージペイロード 666'（20 ビット）を有する。

40

【0063】

デバイス 600 は、これがどのようにして ACK 634 を伝送するかの点でデバイス 300 とは異なる。モジュール 604 における受信確認ユニット 648 によって生成された ACK 634 は、以前のメッセージ 630 に対する一連の 2 ビットの返答を含む。この実施形態において、ACK 634 は以前のメッセージ 630 に対する返答を含み、2 つの以前のメッセージ 630 に返答する。図 6C を参照すると、受信されたメッセージ 630 に応じて、モジュール 604 がモジュール 602 に ACK 634 を提供する時、ACK 634 は少なくとも以下のフィールド、メッセージ識別子 672 を含むメッセージ識別子フィ

50

ールド672' (4ビット)、シーケンス番号674を含むシーケンス番号フィールド674' (8ビット)、返答が受諾であるか拒否であることを示す第1の返答676を含む第1の返答フィールド676' (1ビット)、直前のメッセージ630に返答を提供する第2の返答678を含む第2の返答フィールド678' (2ビット)、直前のメッセージ630の前に伝送されたメッセージ630に返答を提供する第3の返答680を含む第3の返答フィールド680' (2ビット)、および、パディングフィールド682'を有する。モジュール602が直前のACK634を受信しなかった場合には、第2の返答678は前のACK634からの第1の返答676の再伝送として機能する。モジュール602が直前のACK634、または、直前のACK634に先立つACK634を受信しなかった場合には、第2の返答678は直前のACK634からの第1の返答676の再伝送として機能し、第3の返答680は直前のACK634に先立つACK634からの第1の676の返答の再伝送として機能する。これらの特徴を提供するために、モジュール602は自身が受信する最後のACK634のシーケンス番号674、または、同等に、自身が予想する次のACK634のシーケンス番号674を保存する。これがACK634を受信する時、シーケンス番号674のギャップは検出することができ、情報は再伝送された情報から読み取れる。モジュール604が前のACK634に含まれる情報を再伝送することを可能にするために、モジュール604は、「無効」フラッグが送出されたかどうかを含めて、自身の前のACK情報を保存することが必要となる。

【0064】

モジュール604におけるシーケンス評価ユニット646が、自身が少なくとも1つの前に伝送されたメッセージ630を受信しなかったことをシーケンス番号に基づいて決定した場合には、受信確認ユニット648は適切な第2の返答678または第3の返答680においてこのことを示す。この場合、以前のように、モジュール604におけるシーケンス評価ユニット646は、受信されたシーケンス番号664に基づいてギャップが発生したことを決定する。モジュール602におけるシーケンス番号ユニット644は、同様に、受信されたシーケンス番号674に基づいてギャップが発生したことを決定し、第2の返答678および第3の返答680の1つまたは双方において伝送された「無効」フラッグを読み取る。モジュール602は、どのメッセージ630が喪失されたかの指示に基づいて、自身をモジュール604に再同期させる。同期は、喪失されたメッセージ630に関連する情報を廃棄するか、または、喪失されたメッセージ630を再伝送するなどの手段によって達成することができる。モジュール602が前に伝送されたメッセージ630を再伝送する場合には、それは自身の前のメッセージ情報を保存することが必要となる。

【0065】

図6Aは3つのシナリオを示し、図中では、時間軸670はモジュール602と604との間のメッセージ630およびACK634の伝送の時間を区切っている。

【0066】

第1のシナリオにおいて、通常の、問題のない一連のメッセージ630およびACK634はモジュール602と604との間で交換される。時刻702に、矢印632(29)で示すように、モジュール602はメッセージ630(29)を生成し、通信リンク606を介してモジュール604に伝送する。メッセージ630(29)はメッセージ番号664(29)、および、モジュール604に対する指示を含むメッセージペイロード666(29)を含む。メッセージ630はモジュール604に到着する。モジュール604におけるシーケンス評価ユニット646はシーケンス番号664(29)を読み取り、メッセージのギャップが発生していないことを決定する。

【0067】

時刻706に、受信確認ユニット648はACK634(29)を生成し、それに、シーケンス番号674(29)および返答676(29)、678(29)、680(29)を格納する。第1の返答676(29)は(「A29」で示す)メッセージ630(29)についての受信確認応答を含み、第2の返答678(29)は前のメッセージである

(図示しない) (「A28」で示す)メッセージ630(28)についての受信確認応答を含み、第3の返答680(29)はもうひとつ前のメッセージである(図示しない) (「A27」で示す)メッセージ630(27)についての受信確認応答を含む。矢印636(29)で示すように、モジュール604はACK634(29)をモジュール602に伝送し、これは時刻710に到着する。モジュール602はACK634(29)を受信し、シーケンス評価ユニット644はシーケンス番号674(29)を読み取り、メッセージのギャップが発生していないことを決定する。

【0068】

第2のシナリオは、モジュール604への途中で喪失されているメッセージ630の例を示す。時刻704に、矢印632(30)で示すように、モジュール602はメッセージ630(30)を生成し、通信リンク606を介して伝送する。障害642は、メッセージ630(30)がモジュール604に到着することを妨害する。デバイス600は、デバイス300の方法と同じ方法でこの障害642に対処し、ACK634(31)の一部として第2の返答678(31)において「無効」フラグを次のメッセージ630(31)に提供する。モジュール604は、ACK634のシーケンスにおけるギャップを示すシーケンス番号674(31)についての値を生成する。これは、メッセージ630(31)からシーケンス番号664(31)についての値をコピーすることによって最も容易に達成される。

【0069】

モジュール602におけるシーケンス評価ユニット644は、ACK634における受信されたシーケンス番号674のシーケンスにおけるギャップについてチェックを行う。シーケンス評価ユニット644は、ギャップが発生して最後のACK634(30)が受信されなかったことを決定する。したがって、モジュール602は、メッセージ634(30)がモジュール604によって受信されなかったためにACK634(30)が生成されなかったことを示す第2の返答678(31)から「無効」フラグを読み取る。続いて、モジュール602は自身をモジュール604に再同期させる。この例において、モジュール602は、メッセージ630(30)のメッセージペイロード666(30)において本来は伝送されたメッセージペイロード666(33)における「M30」によって示される、メッセージ630(33)におけるメッセージ630(30)から処理パラメータを再伝送する。メッセージペイロード666(30)に関連する情報を廃棄することを含む他の手段によって、モジュール602が自身をモジュール604に再同期させることができることが理解されよう。

【0070】

ACK634の図示された実施形態が2つの連続するメッセージ630の喪失をモジュール604に示すことができるため、モジュール602および604が、多くの連続するメッセージ630の喪失を追跡するように構成できることも理解されよう。

【0071】

第3のシナリオはモジュール602への途中で喪失されている一連のACK634の例を示す。時刻708および714において、モジュール602はそれぞれメッセージ630(32)および630(33)を生成しモジュール604に伝送する。モジュール604のシーケンス評価ユニット646はメッセージのギャップが発生していないことを決定し、受信確認ユニット648はそれぞれACK634(32)および634(33)を生成する。矢印636(32)および636(33)でそれぞれ示すように、モジュール604は通信リンク606を介してこれらのACK634を伝送する。障害640(i)および640(ii)は、ACK634(32)および634(33)がモジュール602に到着することを妨害する。時刻716に、矢印632(34)で示すように、モジュール602はメッセージ630(34)を生成し、通信リンク606を介してモジュール604に伝送する。メッセージ630(34)はシーケンス番号664(34)、および、モジュール604のための処理パラメータを含むメッセージペイロード666(34)を含む。メッセージ630(34)はモジュール604に到着する。シーケンス評価ユニッ

10

20

30

40

50

ト 6 4 6 はメッセージのギャップが発生していないことを再び決定する。時刻 7 2 0 に、受信確認ユニット 6 4 8 は ACK 6 3 4 (3 4) を生成し、それに、シーケンス番号 6 7 4 (3 4) および返答 6 7 6 (3 4)、6 7 8 (3 4)、6 8 0 (3 4) を格納する。第 1 の返答 6 7 6 (3 4) は (「 A 3 4 」 で示す) メッセージ 6 3 0 (3 4) についての受信確認応答を含み、第 2 の返答 6 7 8 (3 4) は (「 A 3 3 」 で示す) 前のメッセージ 6 3 0 (3 3) についての受信確認応答を含み、かつ、第 3 の返答 6 8 0 (3 4) は (「 A 3 2 」 で示す) もうひとつ前のメッセージ 6 3 0 (3 4) についての受信確認応答を含む。矢印 6 3 6 (3 4) で示すように、モジュール 6 0 4 は ACK 6 3 4 (3 4) をモジュール 6 0 2 に伝送し、これは時刻 7 2 4 に到着する。

【 0 0 7 2 】

モジュール 6 0 2 のシーケンス評価ユニット 6 4 4 は受信されたシーケンス番号 6 7 4 のシーケンスにおけるギャップについてチェックを行う。シーケンス評価ユニット 6 4 4 は、ギャップが発生したこと、および、最後の 2 つの ACK 6 3 4 (3 2) および 6 3 4 (3 3) が受信されなかったことを決定する。したがって、モジュール 6 0 2 は ACK 6 3 4 (3 4) から第 2 の返答 6 7 8 (3 4) および第 3 の返答 6 8 0 (3 4) を読み取る。したがって、モジュール 6 0 2 には、それぞれ障害 6 4 0 (i) および 6 4 0 (i i) のために喪失されたメッセージ 6 3 0 (3 2) および 6 3 0 (3 3) に対する受信確認応答が提供される。

【 0 0 7 3 】

3 つ以上の連続するメッセージ 6 3 0 または ACK 6 3 4 の喪失に対する支援を提供するために 4 つ以上の受信確認応答を搬送するため、ACK 6 3 4 がさらに拡張できることが理解されよう。

【 0 0 7 4 】

他の実施形態において、シーケンス番号システムは、順序づけられたいかなる符号の集合を使用しても取って代わることができることが理解されよう。さらに、他の実施形態においては、ACK に、既に説明した返答フィールドのいずれか 1 つに、メッセージに前に応答したもののシーケンス番号を格納することができる。このような実施形態において、ACK は 2 つのシーケンス番号を含み、そのことによって、2 つのシーケンス番号の値を抽出し、比較することによる、例示的なモジュール 3 0 2、6 0 2 による喪失されたパケットの直接的な決定を可能にする。さらに他の実施形態において、モジュール 3 0 2 および 6 0 2 から送出されたパケットの喪失がある時、モジュール 3 0 4 および 6 0 4 は ACK において直接的に報告するように修正することができる。この実施形態において、モジュール 3 0 4 および 6 0 4 は受信されたメッセージからシーケンス番号を追跡し、シーケンス番号におけるギャップが存在するかどうかを決定する。いかなるそのようなギャップの検出の際にも、行方不明になったメッセージについてモジュール 3 0 2 および 6 0 2 に即座に通知するために、特別なメッセージをそれらのモジュールに送出することができる。

【 0 0 7 5 】

上述した実施形態は、セルストリーム、および、セルストリームを解析するためとそのセルストリーム内にデータを挿入するための必要な機能へのアクセスを有するソフトウェア、ファームウェア、または、ハードウェアのモジュールに実施することができる。そのような抽出解析および挿入技術は、当技術分野で既に知られている技術を組み込むことができるが、本明細書において定義される追加の機能を有する。

【 0 0 7 6 】

本実施形態には詳細の様々な変形を行うことができ、その全ては本発明の範囲内に該当することを当業者なら理解することに留意されたい。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 7 7 】

【 図 1 A 】 従来技術の通信デバイスの 2 つのモジュールを示すブロック図である。

【 図 1 B 】 図 1 A のデバイスによって生成され、伝送されるメッセージおよびそのフィー

10

20

30

40

50

ルドを示すブロック図である。

【図 1 C】図 1 A のデバイスによって生成され、伝送される受信確認 (ACK) メッセージおよびそのフィールドを示すブロック図である。

【図 2】図 1 A のデバイスによる一連のメッセージおよび関連 ACK メッセージの伝送の進行を示す時間線のブロック図である。

【図 3 A】実施形態の通信デバイスのブロック図、および、デバイスによって生成され、処理される一連のメッセージおよび関連 ACK メッセージの伝送の進行を示す時間線を示すブロック図である。

【図 3 B】図 3 A のデバイスによって生成され、伝送されるメッセージおよびそのフィールドを示すブロック図である。

10

【図 3 C】図 3 A のデバイスによって生成され、伝送される ACK メッセージおよびそのフィールドを示すブロック図である。

【図 4】図 3 A のデバイスによって生成され、処理される一連のメッセージおよび関連 ACK メッセージの伝送の他の進行を示す時間線のブロック図である。

【図 5】図 3 A のデバイスによって生成され、処理される一連のメッセージおよび関連 ACK メッセージの伝送のさらに他の進行を示す時間線のブロック図である。

【図 6 A】デバイスの他の実施形態によって生成され、処理される一連のメッセージおよび関連 ACK メッセージの伝送の進行を示す時間線のブロック図である。

【図 6 B】図 6 A のデバイスによって生成され、伝送されるメッセージおよびそのフィールドを示すブロック図である。

20

【図 6 C】図 6 A のデバイスによって生成され、伝送される ACK メッセージおよびそのフィールドを示すブロック図である。

【符号の説明】

【0078】

100 従来技術の通信デバイス

300、600 実施形態の通信デバイス

102、104、302、304、602、604 モジュール

106、306、606 通信リンク

108、110、122、308、310 メモリ

120 パケット

30

130、330、630 メッセージ

134、334 ACK

348 受信確認ユニット

【図 1 A】

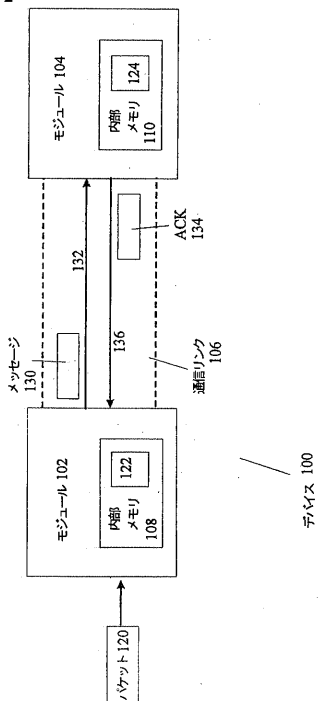


Figure 1A

【図 1 B】

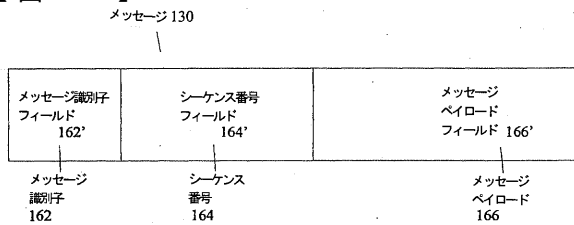


Figure 1B

【図 1 C】

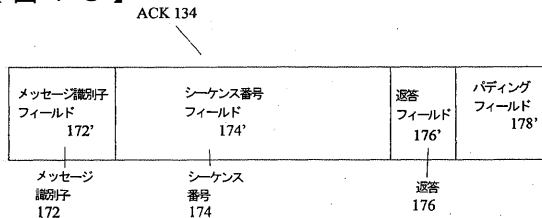


Figure 1C

【図 2】

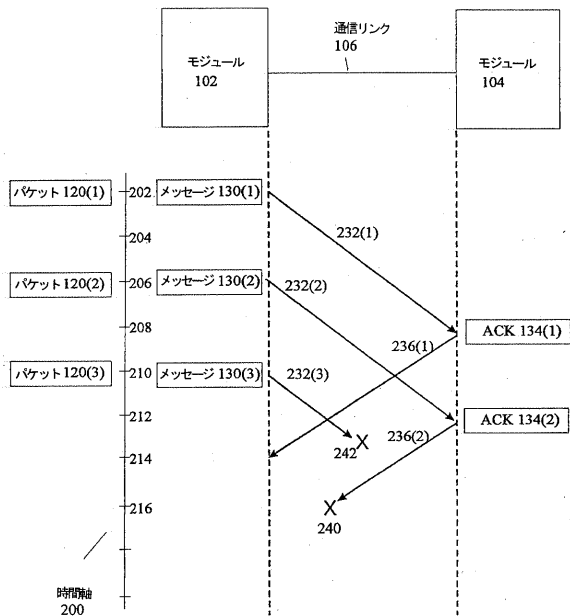


Figure 2

【図 3 A】

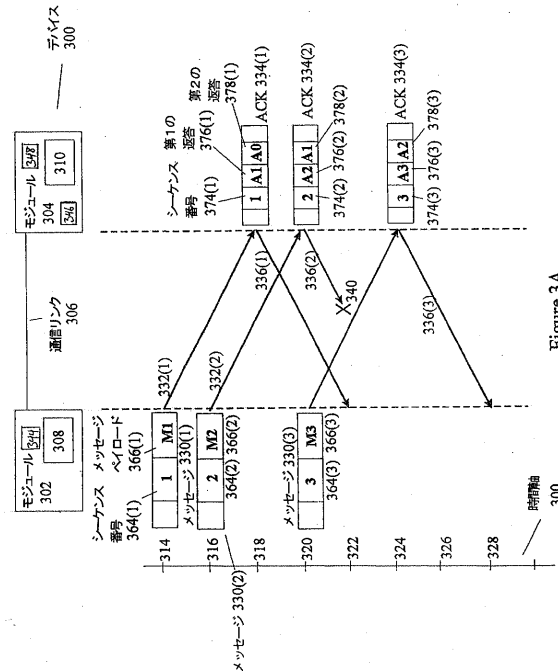


Figure 3A

【図 3 B】

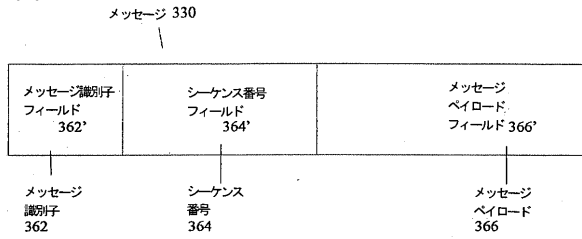


Figure 3B

【図 3 C】

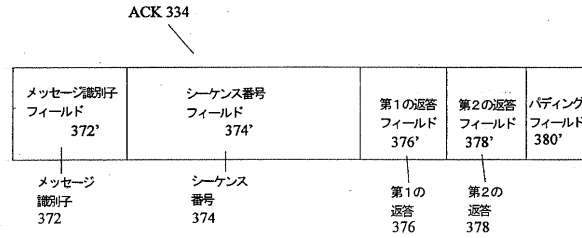


Figure 3C

【図 4】

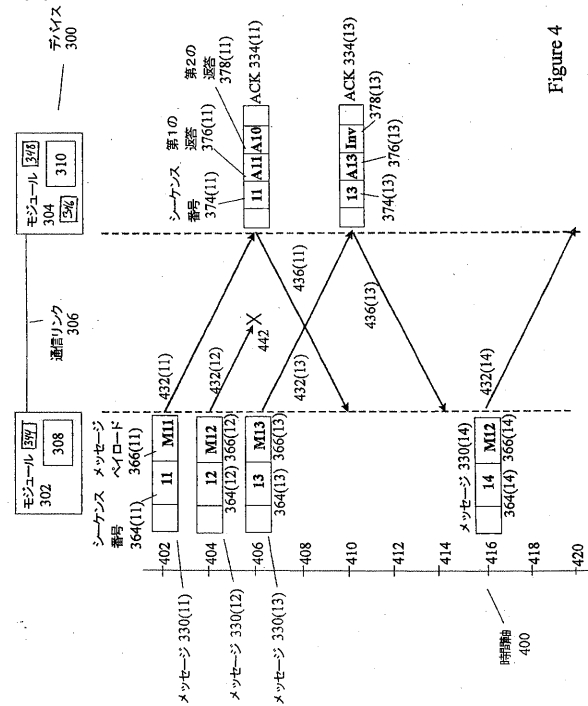


Figure 4

【図 5】

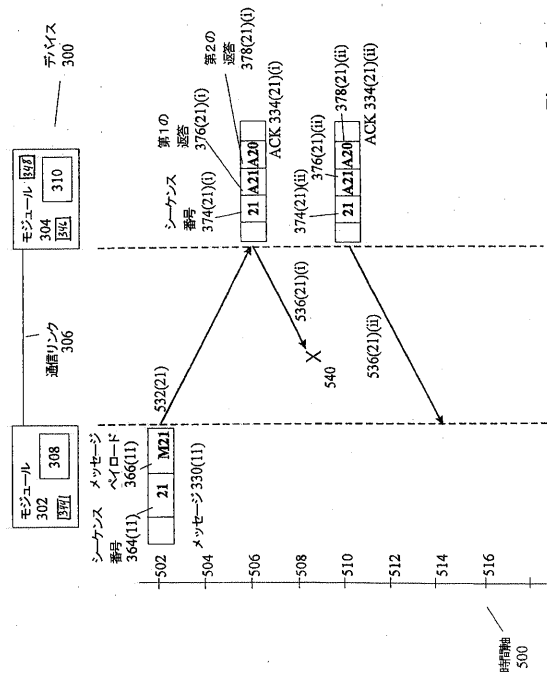


Figure 5

【図 6 A】

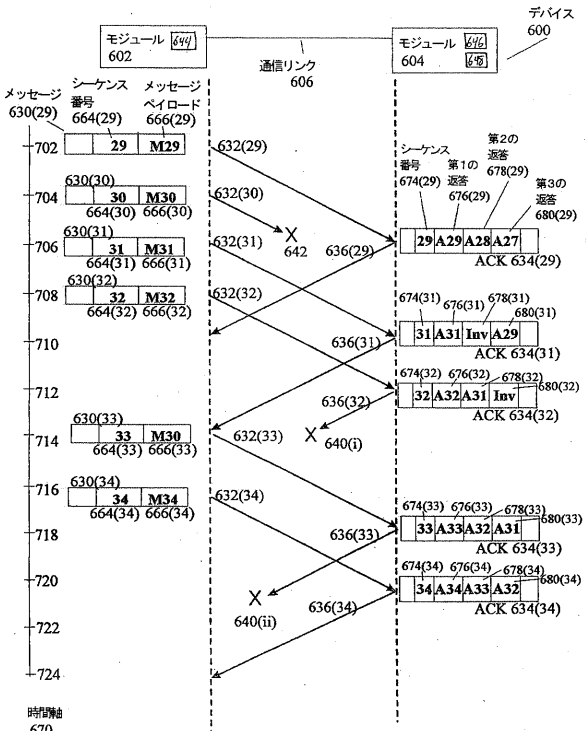


Figure 6A

【 図 6 B 】

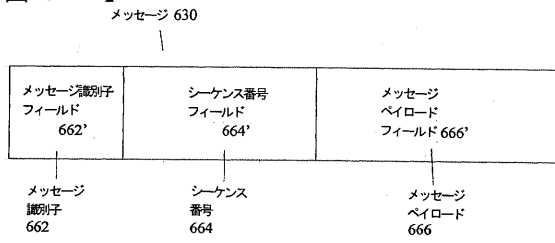


Figure 6B

【 図 6 C 】

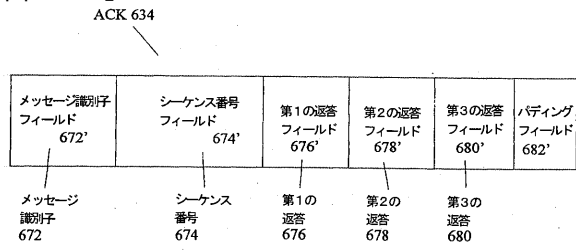


Figure 6C

フロントページの続き

(74)代理人 100124855

弁理士 坪倉 道明

(72)発明者 ロバート・エリオット・ロボサム

カナダ国、オンタリオ・ケー・１・エイチ・５・エル・８、オタワ、プレゼント・パーク・ロード
・ 6 4

(72)発明者 キンヨー・ミストリー

カナダ国、オンタリオ・ケー・２・エム・２・ブイ・５、カナタ、ペリー・ストリート・３ 6

Fターム(参考) 5K030 HA08 HB12 HB15 LA02

5K035 AA03 CC03 DD01 EE01 EE07 EE08 EE09 FF01 FF02 JJ02

JJ06

【外国語明細書】

Specification

Title of Invention

SYSTEM AND METHOD FOR DETECTING LOST MESSAGES

TRANSMITTED BETWEEN MODULES IN A COMMUNICATION

DEVICE

FIELD OF THE INVENTION

The invention relates to a system and method for tracking messages which are transmitted between two modules in a communication device. In particular, the invention relates to a method of detecting when a sent message is not received by the destination module.

BACKGROUND OF INVENTION

In a communication device, it is typical that functionality for the device is embodied into several modules. For example, in a communication switch, modules include line cards, switching fabrics and control systems. In turn, each module may itself comprise several sub-modules. This may continue iteratively for sub-modules. As circuit densities increase on integrated circuits, such circuits are commonly developed as a series of interconnected modules. Signals are communicated between modules through connections between modules. Due to the increasing densities and operating frequencies of the integrated circuits, signals carried on the connections are prone to contain errors.

For the modules of a communication device, a messaging system is commonly used. Therein, each module may generate a message having administrative and payload information. The administrative information may include the intended destination of the message, the size of

the message and error management information. The message is transmitted over a communications link from the source module to the destination module.

Frequently, messages and data packets processed by a communication device must be maintained in some order. A known method of tracking data packets is to associate a sequence number with each packet. When a communication device receives a packet, its modules process the packet internally and eventually the device transmits the packet to another communication device. In order to facilitate the internal processing of the packets by the communication device, frequently a separate message is associated with each packet. The messages are transmitted between the modules in conjunction with the processing of the related packets by the modules. It will be appreciated that as the messages contain administrative information regarding their packets, the modules which process the messages may not necessarily be the same modules which process the packets. As an example, in processing a packet, one module may be responsible for determining an action for a packet (e.g. queue, discard, modify etc) and another module may perform the action.

When transmitting messages, a module which transmits a message needs to know whether a transmitted message was received by the destination module. A failure in the communications link or an error in the message itself may cause the message to be lost. As a solution, prior art messaging systems track messages by having a module which receives a message generate and transmit an acknowledgement (ACK) message back to the transmitting module. When the transmitting module eventually receives the ACK message, it knows that the transmitted message was received.

There are deficiencies with the transmit/ACK message scheme. For example, if a failure occurs when transmitting the initial message by the transmitting module, the intended receiving module will not receive the message and will not generate a replying ACK message. In this situation the transmitting module will be waiting, perhaps indefinitely, for the ACK message. If a failure occurs when transmitting the ACK message by the receiving module, the originating transmitting module will not receive the ACK message and will not have knowledge that the original message was, in fact, successfully received by the receiving module. These failures are not equivalent in that the receiving module is in a different state either having seen the original message or not. There are many situations in which the loss of a message may result in a persistent impairment to the system's operation. Given that the transmit/ACK messaging scheme does not differentiate between these failure mechanisms, the only corrective action to take may be to reset the system. Evidently, this will disrupt the operation of the system.

There is a need for a system and method for providing improved messaging scheme between two modules wherein individual failures of transmission of messages between the modules can be detected and accommodated.

SUMMARY OF INVENTION

In a first aspect, a method of tracking transmission of messages being sent from a transmitting module to a receiving module in a communication device is provided. The method includes the step of (a) receiving a message at the receiving module. The method also includes the step of (b) evaluating the received message to determine whether the received message was received by the receiving module in a proper sequence to a previous message, if any, sent by the transmitting module. The method further includes the step of (c) generating an

acknowledgement message from the receiving module to the transmitting module, the acknowledgement message including an indicator, a value of the indicator indicating whether the previous message, if any, transmitted from the transmitting module to the receiving module immediately before the received message was received by the receiving module.

If step (b) determines that the received message was not received in the proper sequence, the value of the indicator may indicate that the previous message was not received by the receiving module.

The method may further include the step of (d) transmitting the acknowledgement message to the transmitting module.

The messages and the acknowledgement message may be associated with packets transmitted from the transmitting module to the receiving module.

Each the acknowledgement message may include a first field including a value indicating an acknowledgement response for the received message and a second field including one of: (i) the value of the indicator; and (ii) a value indicating an acknowledgement response for the previous message transmitted from the transmitting module to the receiving module immediately before the received message.

The acknowledgement response for the previous message and the acknowledgement response for the received message may indicate, respectively, whether the previous message and the received message were accepted by the receiving module.

The method may further include the steps of (e) receiving the acknowledgement message sent by the receiving module at the transmitting module and (f) determining whether the received acknowledgement message was received by the transmitting module in a proper sequence to a previous acknowledgement message, if any, sent by the receiving module.

Each acknowledgement message may further include a sequence number. If the step (b) determines that the received message was not received in the proper sequence, the step (c) may set the sequence number of the acknowledgement message to a value so indicating. The step (f) may determine whether the received acknowledgement message was received by the transmitting module in a proper sequence to a previous acknowledgement message based on the value of the sequence number of the received acknowledgement message.

The method may further include the step of (g) if the received acknowledgement message was not received by the transmitting module in the proper sequence, evaluating the value of the second field to determine whether the previous message transmitted from the transmitting module to the receiving module immediately before the received message was received by the receiving module.

The method may further include the step of (h1) if the received acknowledgement message was not received by the transmitting module in a proper sequence and if the value of the second field indicates that the previous message transmitted from the transmitting module was not received by the receiving module, synchronizing an internal state of the transmitting module with the receiving module to reflect loss of the previous message.

The method may further include the step of (h2) if the received acknowledgement message was not received by the transmitting module in a proper sequence and if the value of the second field indicates that the previous message transmitted from the transmitting module was received by the receiving module, processing the acknowledgement response for the previous message contained in the second field.

The transmitting module may allocate memory associated with the messages transmitted to the receiving module. The method may further include the step of (i) reallocating the memory in response to the value of the first field and the value of the second field.

In a second aspect, a method of tracking transmission of acknowledgement messages being sent from a receiving module to a transmitting module in a communication device is provided. Each of the acknowledgement messages is associated with a message sent from the transmitting module to the receiving module. The method includes the steps of (a) receiving an acknowledgement message sent by the receiving module at the transmitting module, the received acknowledgement message including an indicator, a value of the indicator indicating whether a previous message, if any, transmitted from the transmitting module to the receiving module immediately before a message associated with the received acknowledgement message was received by the receiving module. The method also includes the step of (b) determining whether the received acknowledgement message was received by the transmitting module in a proper sequence to a previous acknowledgement message, if any, sent by the receiving module.

In a third aspect, a receiving module for tracking transmission of messages being sent from a transmitting module to the receiving module in a communication device is provided. The receiving module includes a first input adapted to receive a message and a sequence evaluation unit adapted to evaluate the received message to determine whether the received message was received in a proper sequence to an earlier message, if any, sent by the transmitting module. The receiving module also includes an acknowledgement unit adapted to generate an acknowledgement message for transmission from the receiving module to the transmitting module, the acknowledgement message including an indicator, a value of the indicator indicating

whether a previous message, if any, transmitted from the transmitting module to the receiving module immediately before the received message was received by the receiving module.

In a third aspect, a transmitting module for tracking transmission of acknowledgement messages being sent from a receiving module to the transmitting module in a communication device is provided. The transmitting module includes a first input adapted to receive an acknowledgement message sent by the receiving module at the transmitting module, the received acknowledgement message including an indicator, a value of the indicator indicating whether a previous message, if any, transmitted from the transmitting module to the receiving module immediately before a message associated with the received acknowledgement message was received by the receiving module. The transmitting module also includes a sequence evaluation unit adapted to determine whether the received acknowledgement message was received by the transmitting module in a proper sequence to a previous acknowledgement message, if any, sent by the receiving module.

In other aspects, various combinations and subset of the above aspects are provided.

The foregoing and other aspects of the invention will become more apparent from the following description of specific embodiments thereof and the accompanying drawings which illustrate, by way of example only, the principles of the invention. In the drawings, where like elements feature like reference numerals (and wherein individual elements bear unique alphabetical suffixes).

DETAILED DESCRIPTION OF EMBODIMENTS

The description which follows, and the embodiments described therein, are provided by way of illustration of an example, or examples, of particular embodiments of the principles of the present invention. These examples are provided for the purposes of explanation, and not limitation, of those principles and of the invention. In the description which follows, like parts are marked throughout the specification and the drawings with the same respective reference numerals.

Prior Art Messaging Scheme

In order to illustrate the features of the embodiments, first, features and issues of a prior art messaging scheme are provided.

Referring to Figure 1A, prior art communication device 100 in a communication switch is shown. Communication switch and, accordingly, communication device 100 process transmission of data traffic. As is known, in processing data traffic, the switch may segment the data traffic into a series of portions, or packets. An upstream device to the switch may also have

already performed segmentation. Each packet is an ordered element relative to the other packets of the data traffic. The packets are each individually processed and transmitted by the communication device. To aid in tracking processing and transmission of the packets, communication device uses a series of discrete messages to track each packet. Device 100 has module 102 and module 104 to track the packets and their messages during processing of the packets. Modules 102 and 104 have internal memories 108 and 110, respectively, to store information relating to the packets and messages. Modules 102 and 104 transmit their messages to each other over communications link 106.

When a packet 120 arrives at module 102, module 102 allocates memory 122 from internal memory 108 to store packet 120. In processing the transmission of packet 120, messages 130 are generated by modules 102 and 104 and transmitted to each other over communications link 106. Module 102 transmits message 130 to module 104 over communications link 106, indicated by arrow 132, to process information related to packet 120. When module 104 receives message 130, it responds by transmitting an ACK 134 to module 102 over communications link 106, indicated by arrow 136.

Referring to Figure 1B, in one prior art implementation, message 130 comprises 4 bytes and is segmented into a series of fields, including: message identifier field 162' (4 bits) containing message identifier 162; sequence number field 164' (8 bits) containing sequence number 164; message payload 166' (20 bits) containing message payload 166. Referring to Figure 1C, in one prior art implementation, ACK 134 comprises 2 bytes and is also segmented into a series of fields, including: message identifier field 172' (4 bits) containing message identifier 172; sequence number field 174' (8 bits) containing sequence number 174; reply field

176' (1 bit) containing reply 176; and padding field 178' (3 bits). In this example, reply field 176' contains a response to its corresponding message 130 indicating whether the corresponding packet 120 should be accepted or discarded. Sequence numbers placed in fields 164 and 174 enable messages to be sequenced.

Referring to Figure 2, three scenarios of exchanges of messages 130 and ACKs 134 between modules 102 and 104 over communications link 106 are presented. Time axis 200 demarks times of transmission messages 130 and ACKs 134 between modules 102 and 104.

In a first scenario, a series of messages 130 and ACKs 134 are successfully exchanged between modules 102 and 104. Therein, at time 202, packet 120(1) arrives at module 102, which triggers module 102 to generate and transmit a message 130(1) to module 104. Module 102 transmits message 130(1) to module 104 over communications link 106, as indicated by arrow 232(1). At time 208, module 104 receives message 130(1) and, responsive to receiving message 130(1), generates ACK 134(1). Accordingly, module 104 transmits ACK 134(1) to module 102, indicated by arrow 236(1), which arrives at module 102 at time 214. By receiving ACK 134(1), module 102 can determine that message 130(1) has been received by module 104.

In a second scenario, a failure point is introduced in the exchange of messages 130 and ACKs 134. Therein at time 206, packet 120(2) arrives at module 102, triggering the generation and transmission of message 130(2) to module 104 over communications link 106, indicated by arrow 232(2). At time 212, module 104 receives message 130(2) and generates ACK 134(2), which is transmitted to module 102, as indicated by arrow 236(2). However, fault 240 in communications link 106 prevents ACK 134(2) from being received at module 102.

Accordingly there is a disconnect of synchronization between the series of messages 130 and the corresponding series of processed packets 120.

In a third scenario, a failure point is introduced in the messaging process from module 102 to module 104. At time 210, packet 120(3) arrives at module 102, triggering the generation and transmission of message 130(3) to module 104, indicated by arrow 232(3). However, fault 242 prevents message 130(3) from arriving at module 104. Therefore, module 104 does not generate and transmit an ACK 134 for message 130(3).

In the second and third scenarios, device 100 must respond to the fault condition to recapture memory and resynchronize the information contained in modules 102 and 104. If this is not done, the coordination of the modules will likely be impaired or lost entirely and memory that has been used may not be reallocatable. As similar fault conditions happen again, additional memory may become unusable, eventually incapacitating the communication device.

Messages, including ACK messages, of prior art systems and the embodiment may use various error detection schemes (or error detection and correction schemes) including parity, CRC and other known encoding schemes. Encoding schemes that provide error detection and correction tend to not be bandwidth efficient. Error detection schemes can be very effective at preventing the passing of erroneous information, however, the response is generally limited to discarding the errored message.

Basic Features of the Embodiment

Briefly, a communication device of the embodiment has a first module and a second module communicating over a communications link between the first and second modules. In a

typical messaging system, the first module transmits a message to the second module. The second module replies to the message with an acknowledgement message ("ACK message", or simply "ACK"). The ACK signifies that the second module has received the current message. However, the ACK also contains an indication whether the second module had received a previous message, in particular, the last message which was sent before the current message. The messages have a sequence number to distinguish themselves from each other and to identify their order with each other. The second module also tracks the sequence number of a received message and can determine whether a previous message was received. The messaging scheme of the embodiment allows tracking of current messages against previously received messages and expected messages.

Messaging Scheme and Communication Device of an Embodiment

Referring to Figure 3A, communication device 300 of an embodiment is similar to device 100 in that it has a first module 302 and a second module 304 connected by a communications link 306. Differences relating to the invention are provided in a messaging scheme used for communications sent between the modules. In particular, module 302 has internal memory 308 and module 304 has internal memory 310. Modules 302 and 304 in device 300 transmit messages 330 to one another to process packets (not shown) arriving at device 300. When module 304 receives message 330, it transmits an ACK 334 to module 302. Modules 302 and 304 may be ASICs which process aspects of the packets being transmitted by the communication switch having appropriate control logic to implement the message processing described herein. Alternatively, the message processing may be embodied in appropriate software/firmware modules operating on the modules. In the embodiment, the communications link 306 is preferably an optical signalling link. Contents of messages 330 and ACKs 334 may have to be

converted for transmission following the transmission protocols of communications link 306. In different embodiments, modules 302 and 304 may be on the same functional element, e.g. the same line card, or they may be on different functional elements, e.g. module 302 may be on a line card and module 304 may be in the control system. In the particular implementation, the system being considered as a unit is a portion of a line card and the two modules are ASICs located on that line card.

In device 300, each message 330 is associated with a sequence number which acts as a historical identifier, indicating its ordinal location in the set of messages 330 generated for the corresponding set of ordered packets. By tracking sequence numbers, when a module receives a message 330, the module can extract the contained sequence number and determine whether the just-received message is in sequence with the message 330 received immediately before it. Also the module can determine what message 330 is expected to be received immediately after it. Sequence number generation can be performed in any manner in which sequence numbers do not repeat within a period of time (comparable to the transmission time for a transmission and receipt of a message/ACK signal sequence) and which can be independently generated in two locations with the same values. A counter (with wrap-around at maximum value) is a simple example that meets these requirements, it has the further advantage that it is simple to determine the preceding or following values from any given value. In this way, if module 304 stores the sequence number of the last message 330 it received, it can determine if the next message 330 it receives is in sequence or not. And if not, it can determine which message(s) 330 were not received. Similarly, if module 302 stores the sequence number of the last ACK 334 it received, it can determine if the next ACK 334 it receives is in sequence or not. And if not, it can determine which ACK(s) 334 were not received.

Referring to Figure 3B, message 330 (generated by module 302) comprises at least the following fields: message identifier field 362' (4 bits) containing message identifier 362; sequence number field 364' (8 bits) containing sequence number 364; and message payload field 366' (20 bits) containing payload 366. For a received message 330, module 304 can use the sequence number 364 to determine what message 330 should be received after the just received message 330 and can determine whether there is a message gap, i.e. a missing message 330, between the message 330 received just before the just received message 330. Gaps in the sequence are evaluated at module 302 by a sequence evaluation unit 344.

Referring to Figure 3C, ACK 334 is generated by acknowledgement unit 348 at module 304 for transmission to module 302 and is responsive to a received message 330. ACK 334 has at least the following fields: message identifier field 372' (4 bits) containing message identifier 372; sequence number field 374' (8 bits) containing sequence number 374; first reply field 376' (1 bit) containing first reply 376 which is an acknowledgement response (accept or discard) for its corresponding message; second reply field 378' (2 bits) containing second reply 378; and padding field 380' (1 bit). It will be appreciated that in the embodiment, ACK 334 is the same size as ACK 134 (Fig. 1C). Accordingly, there is low bandwidth overhead for the signalling scheme of the embodiment. Further, in many cases there may be no increase in signalling bandwidth requirements.

Second reply 378 provides an indication of the acknowledgement response of a first reply 376 sent in the immediately previous ACK 334. Accordingly, module 304 stores first reply 376 of the immediately previous ACK 334 to populate second reply 378 of the next ACK 334 if no message gap occurs. Module 302 also stores sequence numbers 374 of previously received

ACKs 334 and recognises when a gap in the sequence of ACKs 334 received occurs. Gaps in the sequence are evaluated at module 302 by a sequence evaluation unit 344. A gap in the sequence prompts module 302 to read information from second reply 378. From the information contained, module 302 receives information from a lost ACK 334.

Figure 3A illustrates two scenarios of an exchange of messages 330 and ACKs 334 between modules 302 and 304. Time axis 312 demarks times of transmission of messages 330 and ACKs 334 between modules 302 and 304.

In a first scenario, a normal, successful series of messages 330 and ACKs 334 are exchanged between modules 302 and 304. At time 314, module 302 generates and transmits message 330(1) to module 304 over communications link 306, indicated by arrow 332(1). Message 330(1) is populated with sequence number 364(1) and message payload 366(1) which contains processing instructions for module 304. Subsequently, message 330(1) arrives at module 304. Thereafter, at time 318, acknowledgement unit 348 of module 304 generates ACK 334(1) and populates it with sequence number 374(1), first reply 376(1) and second reply 378(1). Sequence number 374(1) contains a code, as a number, that is associated with sequence number 364(1) of message 330(1). In the embodiment, sequence number 374 for ACK 334 is set to the sequence number 364 for its message 330. First reply 376(1) contains the acknowledgement response for message 330(1) (indicated by "A1") while second reply 378(1) contains the acknowledgement response for the previous message, message 330(0) (not shown) (indicated by "A0"). Module 304 stores sequence number 364(1) and first reply 376(1) for future use. Module 304 transmits ACK 334(1) to module 302, indicated by arrow 336(1), which arrives at time 322. By tracking sequence numbers 374 with sequentially transmitted packets, when

module 302 receives ACK 334(1), sequence evaluation unit 344 can extract the sequence number 374(1) therefrom and compare it with the previously received sequence numbers 374. It does this by comparing a sequence number 374 stored to sequence number 374(1) received. Sequence evaluation unit 344 can either count up from stored sequence number 374 or back from a next received sequence number 374 to determine whether there is a message gap. A gap in the sequence indicates that an ACK 334 was not received between the last two sequence numbers 374, i.e. the last two received ACKs 334. Sequence evaluation unit 344 determines that there is no message gap.

In a second scenario, an ACK 334 is lost en route to module 302 as a fault 340 is present in the communications link 306 shortly after time 322. Therein, at time 316, module 302 transmits message 330(2) to module 304 over communications link 306, indicated by arrow 332(2). Subsequently, message 330(2) arrives at module 304. At time 320, acknowledgement unit 348 generates ACK 334(2) which comprises sequence number 374(2), first reply 376(2) and second reply 378(2). Module 304 transmits ACK 334(2) over communications link 306, indicated by arrow 334, but it does not arrive at module 302 due to fault 340. Thereafter, at time 320, module 302 transmits message 330(3) to module 304 over communications link 306, indicated by arrow 332(3). Subsequently, message 330(3) arrives at module 304. At time 324, acknowledgement unit 348 generates ACK 334(3) and populates it with sequence number 374(3), first reply 376(3) and second reply 378(3). Second reply 378(3) contains the acknowledgement response provided to message 330(2) that did not arrive at module 302. Module 304 transmits ACK 334(3) to module 304, indicated by arrow 336(3). ACK 334(3) arrives at module 302 at time 328. Sequence evaluation unit 344 again compares the received sequence number 374(3) with the stored sequence number 374(1). Sequence evaluation unit 344

does this by either counting up from stored sequence number 374(1) or back from received sequence number 374(3). As the sequence number 374(3) for the current response is "3", as illustrated, sequence evaluation unit 344 determines whether the sequence number has the expected next value for the received ACK 334. As a "2" was expected for the "3" key and it was not provided, sequence evaluation unit 344 recognizes the discrepancy and notes that an error has occurred. Sequence evaluation unit 344 indicates this error to module 302 which then reads the information that was lost from second reply 378(3). At this time, module 302 has been provided with the previously lost acknowledgement response to message 330(2).

Next, referring to Figure 4, module 304 tracks sequence numbers 364 to determine whether a previously transmitted message 330 was received. Module 304 determines whether there is a message gap by storing sequence numbers 364 from previous messages 330. After receiving a message 330 with a sequence number 364, module 304 compares sequence number 364 with the stored sequence number 364. Module 304 can either count up from stored sequence number 364 or back from received sequence number 364 to determine whether the sequence number 364 received has the expected value. Gaps in the sequence are evaluated at module 304 by a sequence evaluation unit 346. If module 304 determines that it did not receive a previously transmitted message 330, second reply 378 in the current ACK 334 is set to a flagging value to indicate this condition by module 304. ACKs 334 are generated at module 304 by an acknowledgement unit 348. Module 304 generates a value for sequence number 374 that indicates a gap in the sequence of ACKs 334. ACK 334 is transmitted to module 302 with sequence number 374. Module 302 checks for gaps in sequence numbers 374 received. Gaps in the sequence are evaluated at module 302 by a sequence evaluation unit 344. A gap in the sequence prompts module 302 to read information from second reply 378 where the flagging

value acts as an indicator to indicate to module 302 that a previously transmitted message 330 was not received by module 304. Module 302 can then resynchronize itself with module 304 by updating its internal state to reflect the loss of message 330. Synchronization may be achieved by such means as discarding information relating to the lost message 330 or retransmitting the lost message 330. Accordingly, module 302 may store transmitted messages 330 if they are to be retransmitted if a message gap occurs.

In Figure 4, an example is illustrated of a message 330 being lost en route to module 304 of device 300. Time axis 400 demarks times of transmissions of messages and ACKs between modules 302 and 304. At time 402, module 302 generates message 330(11) for transmission to module 304 over communications link 306, indicated by arrow 432(11). Message 330(11) is populated with sequence number 364(11) and message payload 366(11) which contains the processing parameters for module 304. Subsequently, message 330(11) arrives at module 304.

Sequence evaluation unit 346 of module 304 compares sequence number 364(11) with a previously stored sequence number 364. Sequence evaluation unit 346 determines that no message gap has occurred.

At time 406, acknowledgement unit 348 generates ACK 334(11) and populates it with sequence number 374(11), first reply 376(11) and second reply 378(11). First reply 376(11) contains the acknowledgement response for message 330(11) (indicated by "A11") while second reply 378(11) contains the acknowledgement response for the previous message, message 330(10) (not shown) (indicated by "A10"). Module 304 stores sequence number 364(11) and first reply 376(11) for future use. Module 304 transmits ACK 334(11) to module 302, indicated by arrow 436(11), which arrives at time 410. Sequence evaluation unit 344 at module 302

similarly compares sequence number 374(11) with a previously stored sequence number 374 and determines that no message gap has occurred.

At time 404, module 302 generates and transmits message 330(12) to module 304 over communications link 306, indicated by arrow 432(12). However, due to fault 442, message 330(12) does not arrive at module 304. Therefore, acknowledgement unit 348 has no trigger to generate ACK 334.

At time 406, module 302 transmits message 330(13) to module 304 over communications link 306, indicated by arrow 432(13). Subsequently, message 330(13) arrives at module 304. Sequence evaluation unit 346 extracts sequence number 364(13) from message 330(13) and compares it with stored sequence number 364(11). Sequence evaluation unit 346 does this by either counting up from stored sequence number 364(11) or back from received sequence number 364(13). As the sequence number 364(13) for the current message is "13", as illustrated, Sequence evaluation unit 346 determines whether the sequence number has the expected next value for the last received message 330. As a "12" was expected for the "13" key and it was not provided, an error has occurred. Accordingly, acknowledgement unit 348 will populate second reply 378(13) with an "invalid" flag indicating that the previous message 330 was not received (indicated by "inv").

At time 410, acknowledgement unit 348 generates ACK 334(13) and populates it with sequence number 374(13), first reply 376(13) and second reply 378(13). Module 304 generates a value for sequence number 374(13) that indicates a gap in the sequence of ACKs 334. This is most easily achieved by copying the value for sequence number 364(13) from message 330(13).

First reply 376(13) contains the acknowledgement response for message 330(13) (indicated by “A13”) while second reply 378(13) contains the “invalid” flag.

Module 304 transmits ACK 334(13) to module 302, indicated by arrow 436(13), which arrives at time 414. Sequence evaluation unit 344 again checks for gaps in sequence numbers 374 received. Sequence evaluation unit 344 detects a gap in the sequence which prompts module 302 to read information from second reply 378(13). The “invalid” flag in second reply 378(13) indicates to module 302 that the previous message 330(12) did not arrive at module 304. Module 302 then resynchronizes itself with module 304. In this example, module 302 transmits message 330(14) to module 304, indicated by arrow 432(14), with the processing parameters that were lost due to fault 442. This is indicated by the value “M12” in the message payload 364(14) in message 330(14), originally transmitted in message 330(12). It will be appreciated that module 302 may resynchronize itself with module 304 by other means including discarding information relating to message payload 364(12).

The basic algorithm and scheme of the embodiment described thus far does not track loss of a last ACK 334 to a set of messages 330. Device 300 deals with this situation in the following manner, illustrated by Figure 5. Therein, time axis 500 demarks times of transmission of messages 330 and ACKs 334 between modules 302 and 304. A scenario is shown where the final ACK 334(1) to message 330(21) is lost en route to module 304, indicated by arrow 536(21)(i) terminating at fault 540. Module 304 monitors communications link 306 for excess bandwidth. If there is bandwidth available on communications link 306, module 304 retransmits ACK 334(1) to module 302, indicated by arrow 536(21)(ii). Sequence evaluation unit 344,

checking for gaps in the sequence, determines that ACK 334(21)(ii) is the next expected ACK 334 and processes it accordingly.

If the final message 330 from module 302 to module 304 is lost, then upon bandwidth being available on communications link 306, module 304 retransmits the previous ACK 334. The next ACK 334 contains the same information as the previous ACK 334 received by module 302. Sequence evaluation unit 344 at module 304, checking for gaps in the sequence, determines whether the sequence number 374 received matches the last sequence number 374. Module 302 thereby recognizes that the final message 330 was lost and retransmits final message 330.

Under idle conditions in which no messages are being transmitted from module 302 to module 304, module 304 will transmit the last valid ACK 334 that it has sent previously as bandwidth is available. To conserve usage of bandwidth, it may be desirable to limit the rate at which ACKs 334 are sent rather than using all idle bandwidth for this. In the initialization case where no message 330 has been received, an ACK 334 will be generated indicating that there have been no valid messages 330 received. A number of methods may be used to indicate this. First reply 376 may have a "valid/invalid" bit added to it, sequence number 374 may be given an invalid value or sequence number 374 may be initialized to the value that precedes the initial value of sequence number 374. For example if sequence number 374 is 8 bits long and module 302 initializes it to a binary number representing "0", then in this condition module 304 will send ACK 334 messages with sequence number 374 having a binary number representing "255".

Furthermore module 302 may provide a "time out" function in which if an ACK 334 is not received corresponding to a message 330 within some bounded period of time module 302 will consider message 330 to have been lost and react accordingly.

In the device of the embodiment, messaging between modules 302 and 304 is typically very reliable, i.e. relatively few messages 330 and ACKs 334 are lost compared to the number of messages 330 and ACKs 334 transmitted. However, for a high volume of messages 330 and ACKs 334 transmitted in device 300 this would still have modules 302 and 304 losing track of a notably large portion of their internal memories 308 and 310, respectively. The method of transmitting messages 330 and ACKs 334 of the embodiment works well since there is a low occurrence rate of loss of consecutive messages 330 or ACKs 334 in the normal operation of device 300. If the embodiment is not able to perform the corrections detailed above because the rate at which messages 330 and ACKs 334 are being lost in transmission exceeds the ability of the system to generate successfully transmitted messages between the modules, it may be assumed that a significant, non recoverable fault has occurred requiring the resetting of the system.

If the system described above loses messages 330 such that sequence number 374 received at module 302 indicates a gap of two or more sequence numbers 374, the particular embodiment, as described, may not be able to correct the gap and may not be able to guarantee the level of system correctness that is possible with the loss of single messages 330 or ACKs 334. In this case, module 302 can assume that the messages 330 for which an ACK 334 has not been received were lost, which module 302 may have already done due to the time out period being exceeded. Note that correct behaviour is not guaranteed since it may have been a number of ACK 334 messages that were lost. When a number of messages 330 and/or ACKs 334 are lost it is likely that link level error detection will raise alarms to a higher level device in the system which may trigger a system reset. If a sequence number 374 received at module 302

indicates a gap of two or more sequence numbers 374, this may be used by module 302 to raise an alarm which can in turn be used to trigger a system reset.

An extension of the embodiment to support the recovery of the system from the loss of consecutive messages without requiring a system reset will be described next. The number of consecutive messages whose loss can be recovered from can be engineered according to the expected rate of consecutive errors.

Messaging Scheme and Communication Device of an Embodiment tracking Consecutive Lost ACKs or Messages

In situations where the loss of consecutive messages 330 or ACKs 334 is more likely to occur, the above described embodiment may be extended by increasing the length of the ACK 334 and transmitting a number of previous acknowledgement responses to the originating module. Accordingly, referring to Figure 6A, communication device 600 is illustrated, which is an extension of an embodiment. Therein, device 600 is similar to device 300 in that it has a first module 602 and a second module 604 connected by a communications link 606. Modules 602 and 604 both have internal memories (not shown). Modules 602 and 604 transmit messages 630 to one another to process packets arriving at device 600. The module receiving the message 630 transmits an ACK 634 to the module originating the message 630.

As described with respect to module 304, sequence evaluation unit 644 at module 604 can track expected next messages 630 via the sequence number 664 and use sequence number 664 to determine whether there is a gap in sequence numbers 664 between the just received message 630 and the last received message 630.

Referring to Figure 6B, when module 602 generates a message 630, the message 630 has at least the following fields: message identifier field 662' (4 bits) containing message identifier 662; sequence number field 664' (8 bits) containing sequence number 664; and message payload 666' (20 bits) containing message payload 666.

Device 600 differs from device 300 in how it transmits ACKs 634. An ACK 634 generated by acknowledgement unit 648 at module 604 includes a series of two bit replies to the previous messages 630. In this embodiment, ACK 634 includes a reply to the previous message 630 and replies to the two previous messages 630. Referring to Figure 6C, when module 604 provides an ACK 634 to module 602 responsive to a received message 630, ACK 634 has at least the following fields: message identifier field 672' (4 bits) containing message identifier 672; sequence number field 674' (8 bits) containing sequence number 674; first reply field 676' (1 bit) containing first reply 676 indicating whether the reply is to accept or decline; second reply field 678' (2 bits) containing second reply 678 providing a reply to the immediately previous message 630; third reply field 680' (2 bits) containing third reply 680 providing a reply to the message 630 transmitted previous to the immediately previous message 630; and padding field 682'. If module 602 did not receive an immediately previous ACK 634, second reply 678 acts as a retransmission of first reply 676 from the previous ACK 634. If module 602 did not receive an immediately previous ACK 634 or the ACK 634 prior to the immediately previous ACK 634, second reply 678 acts as a retransmission of first reply 676 from the immediately previous ACK 634 and third reply 680 acts as a retransmission of reply first 676 from the ACK 634 prior to the immediately previous ACK 634. To provide these features, module 602 stores the sequence number 674 of the last ACK 634 that it receives, or equivalently the sequence number 674 of the next ACK 634 that it expects. When it receives an ACK 634, gaps in the sequence number 674

can be detected and information read from the retransmitted information. Module 604 is required to store its previous ACK information, including whether an "invalid" flag was sent, to enable module 604 to retransmit information contained in previous ACKs 634.

If sequence evaluation unit 646 at module 604 determines based on sequence numbers 664 that it did not receive at least one previously transmitted message 630, acknowledgement unit 648 indicates this in the appropriate second reply 678 or third reply 680. In this case, as before, sequence evaluation unit 646 module 604 determines that a gap occurred based on sequence numbers 664 received. Sequence evaluation unit 644 at module 602 similarly determines that a gap occurred based on sequence numbers 674 received and reads the "invalid" flag that was transmitted in one or both of second reply 678 and third reply 680. Module 602 resynchronizes itself with module 604 based on the indication of which messages 630 were lost. Synchronization may be achieved by such means as discarding information relating to lost messages 630 or retransmitting lost messages 630. Module 602 is required to store its previous message information if it is to retransmit previously transmitted messages 630.

Figure 6A illustrates three scenarios, wherein time axis 670 demarks times of transmission of messages 630 and ACKs 634 between modules 602 and 604.

In a first scenario, a normal, successful series of messages 630 and ACKs 634 are exchanged between modules 602 and 604. At time 702, module 602 generates and transmits message 630(29) to module 604 over communications link 606, indicated by arrow 632(29). Message 630(29) comprises a sequence number 664(29) and a message payload 666(29) which contains the instructions for module 604. Message 630(29) arrives at module 604. Sequence

evaluation unit 646 at module 604 reads sequence number 664(29) and determines that no message gap has occurred.

At time 706, acknowledgement unit 648 generates ACK 634(29) and populates it with sequence number 674(29) and replies 676(29), 678(29), 680(29). First reply 676(29) contains the acknowledgement response for message 630(29) (indicated by "A29"); second reply 678(29) contains the acknowledgement response for the previous message, message 630(28) (not shown) (indicated by "A28"); third reply 68 (29) contains the acknowledgement response for the next previous message, message 630(27) (not shown) (indicated by "A27"). Module 604 transmits ACK 634(29) to module 602, indicated by arrow 636(29), which arrives at time 710. Module 602 receives ACK 634(29) and sequence evaluation unit 644 reads sequence number 674(29) and determines that no message gap has occurred.

A second scenario illustrates an example of a message 630 being lost en route to module 604. At time 704, module 602 generates and transmits message 630(30) over communications link 606, indicated by arrow 632(30). Fault 642 prevents message 630(30) from arriving at module 604. Device 600 deals with this fault 642 in a similar manner as that of device 300, providing the "invalid" flag in second reply 678(31) as part of ACK 634(31) to the next message 630(31). Module 604 generates a value for sequence number 674(31) that indicates a gap in the sequence of ACKs 634. This is most easily achieved by copying the value for sequence number 664(31) from message 630(31).

Sequence evaluation unit 644 at module 602 checks for gaps in the sequence of sequence numbers 674 received in ACKs 634. Sequence evaluation unit 644 determines that a gap has occurred and the last ACK 634(30) was not received. Accordingly, module 602 reads the

“invalid” flag from second reply 678(31) which indicates that ACK 634(30) was not generated since message 634(30) was not received by module 604. Module 602 then resynchronizes itself with module 604. In this example, module 602 retransmits the processing parameters from message 630(30) in a message 630(33), indicated by “M30” in message payload 666(33) which was originally transmitted in message payload 666(30) of message 630(30). It will be appreciated that module 602 may resynchronize itself with module 604 by other means including discarding information relating to message payload 666(30).

It will also be appreciated that modules 602 and 604 can be adapted to track loss of a number of consecutive messages 630, as the illustrated embodiment of ACK 634 is able to indicate the loss of two consecutive messages 630 to module 604.

A third scenario illustrates an example of a series of ACKs 634 being lost en route to module 602. At time 708 and time 714, module 602 generates and transmits messages 630(32) and 630(33), respectively, to module 604. Sequence evaluation unit 646 of module 604 determines that no message gap has occurred and acknowledgement unit 648 generates ACKs 634(32) and 634(33), respectively. Module 604 transmits these ACKS 634 over communications link 606, indicated by arrows 636(32) and 636(33), respectively. Faults 640(i) and 640(ii) prevent ACKs 634(32) and 634(33) from arriving at module 602. At time 716, module 602 generates and transmits message 630(34) to module 604 over communications link 606, indicated by arrow 632(34). Message 630(34) comprises a sequence number 664(34) and a message payload 666(34) which contains processing parameters for module 604. Message 630(34) arrives at module 604. Sequence evaluation unit 646 determines again that no message gap has occurred. At time 720, acknowledgement unit 648 generates ACK 634(34) and

populates it with sequence number 674(34) and replies 676(34), 678(34), 680(34). First reply 676(34) contains the acknowledgement response for message 630(34) (indicated by "A34"); second reply 678(34) contains the acknowledgement response for the previous message 630(33) (indicated by "A33"); and third reply 680(34) contains the acknowledgement response for the next previous message 630(34) (indicated by "A32"). Module 604 transmits ACK 634(34) to module 602, indicated by arrow 636(34), which arrives at time 724.

Sequence evaluation unit 644 of module 602 checks for a gap in the sequence of sequence numbers 674 received. Sequence evaluation unit 644 determines that a gap has occurred and that the last two ACKs 634(32) and 634(33) were not received. Accordingly, module 602 reads second reply 678(34) and third reply 680(34) from ACK 634(34). Module 602 is therefore provided with acknowledgement responses to messages 630(32) and 630(33) that were lost due to faults 640(i) and 640(ii), respectively.

It will be appreciated that ACK 634 may be further extended to carry more than three acknowledgement responses to provide support for the loss of more than two consecutive messages 630 or ACKs 634.

In other embodiments, it will be appreciated that the sequence number system may be replaced with any ordered set of codes. Further, in other embodiments, ACKs may be populated with a sequence number of a previously responded to message in any one of the already described reply fields. In such an embodiment, the ACK contains two sequence numbers, thereby allowing direct determination of lost packets by exemplary modules 302, 602 by simply extracting and comparing the values of the two sequence numbers. In still other embodiments, modules 304 and 604 may be modified to report in the ACK directly when there is a loss of a

sent packet from modules 302 and 602. Therein, modules 304 and 604 would track sequence numbers from received messages and determine whether gaps in sequence numbers are present. Upon detection of any such gap, a special message may be sent to modules 302 and 602 to immediately notify them of the missing message.

The embodiments described above may be implemented in software, firmware or hardware modules which have access to a cell stream and the required functionality to analyze the cell stream and insert data therein. Such extraction analysis and insertion techniques may incorporate techniques already known in the art, but having the additional functionality defined herein.

It is noted that those skilled in the art will appreciate that various modifications of detail may be made to the present embodiment, all of which would come within the scope of the invention.

Brief Description of Drawings

- Figure 1A is a block diagram of two modules of a prior art communication device.
- Figure 1B is a block diagram of a message and its fields generated and transmitted by the device of Figure 1A.
- Figure 1C is a block diagram of an acknowledgement (ACK) message and its fields generated and transmitted by the device of Figure 1A.
- Figure 2 is a block diagram of a timeline illustrating a progression of transmission of a series of messages and related ACK messages by the device of Figure 1A.
- Figure 3A is a block diagram of a communication device of an embodiment and a timeline illustrating a progression of transmission of a series of messages and related ACK messages generated and processed by the device.
- Figure 3B is a block diagram of a message and its fields generated and transmitted by the device of Figure 3A.
- Figure 3C is a block diagram of an ACK message and its fields generated and transmitted by the device of Figure 3A.
- Figure 4 is a block diagram of a timeline illustrating another progression of transmission of a series of messages and related ACK messages generated and processed by the device of Figure 3A.

Figure 5 is a block diagram of a timeline illustrating yet another progression of transmission of a series of messages and related ACK messages generated and processed by the device of Figure 3A.

Figure 6A is a block diagram of a timeline illustrating a progression of transmission of a series of messages and related ACK messages generated and processed by another embodiment of the device.

Figure 6B is a block diagram of a message and its fields generated and transmitted by the device of Figure 6A.

Figure 6C is a block diagram of an ACK message and its fields generated and transmitted by the device of Figure 6A.

Claims

1. A method of tracking transmission of messages being sent from a transmitting module to a receiving module in a communication device, said method comprising the steps of:
 - (a) receiving a message at said receiving module;
 - (b) evaluating said received message to determine whether said received message was received by said receiving module in a proper sequence to a previous message, if any, sent by said transmitting module; and
 - (c) generating an acknowledgement message from said receiving module to said transmitting module, said acknowledgement message including an indicator, a value of said indicator indicating whether said previous message, if any, transmitted from said transmitting module to said receiving module immediately before said received message was received by said receiving module.

2. The method of tracking transmission of messages as claimed in claim 1, wherein if said step (b) determines that said received message was not received in said proper sequence, said value of said indicator indicates that said previous message was not received by said receiving module.

3. The method of tracking transmission of messages as claimed in claim 2, said method further comprising the step of:
 - (d) transmitting said acknowledgement message to said transmitting module.

4. The method of tracking transmission of messages as claimed in claim 3, wherein said messages and said acknowledgement message are associated with packets transmitted from said transmitting module to said receiving module.

5. The method of tracking transmission of messages as claimed in claim 4, wherein each said acknowledgement message comprises:
 - a first field including a value indicating an acknowledgement response for said received message; and
 - a second field including one of: (i) said value of said indicator; and (ii) a value indicating an acknowledgement response for said previous message transmitted from said transmitting module to said receiving module immediately before said received message.

6. The method of tracking transmission of messages as claimed in claim 5, wherein said acknowledgement response for said previous message and said acknowledgement response for said received message indicate, respectively, whether said previous message and said received message were accepted by said receiving module.

7. The method of tracking transmission of messages as claimed in claim 6, said method further comprising the steps of:
 - (e) receiving said acknowledgement message sent by said receiving module at said transmitting module; and

- (f) determining whether said received acknowledgement message was received by said transmitting module in a proper sequence to a previous acknowledgement message, if any, sent by said receiving module.
8. The method of tracking transmission of messages as claimed in claim 7, wherein each said acknowledgement message further comprises a sequence number; if said step (b) determines that said received message was not received in said proper sequence, said step (c) sets said sequence number of said acknowledgement message to a value so indicating; and said step (f) determines whether said received acknowledgement message was received by said transmitting module in a proper sequence to a previous acknowledgement message based on said value of said sequence number of said received acknowledgement message.
9. The method of tracking transmission of messages as claimed in claim 8, the method further comprising the step of:
- (g) if said received acknowledgement message was not received by said transmitting module in said proper sequence, evaluating said value of said second field to determine whether said previous message transmitted from said transmitting module to said receiving module immediately before said received message was received by said receiving module.

10. The method of tracking transmission of messages as claimed in claim 9, said method further comprises the step of:

- (h1) if said received acknowledgement message was not received by said transmitting module in a proper sequence and if said value of said second field indicates that said previous message transmitted from said transmitting module was not received by said receiving module, synchronizing an internal state of said transmitting module with said receiving module to reflect loss of said previous message.

11. The method of tracking transmission of messages as claimed in claim 10, said method further comprises the step of:

- (h2) if said received acknowledgement message was not received by said transmitting module in a proper sequence and if said value of said second field indicates that said previous message transmitted from said transmitting module was received by said receiving module, processing said acknowledgement response for said previous message contained in said second field.

12. The method of tracking transmission of messages as claimed in claim 11, wherein said transmitting module allocates memory associated with said messages transmitted to said receiving module, said method further comprising the step of:

- (i) reallocating said memory in response to said value of said first field and said value of said second field.

13. A method of tracking transmission of acknowledgement messages being sent from a receiving module to a transmitting module in a communication device, each of said acknowledgement messages associated with a message sent from said transmitting module to said receiving module, said method comprising the steps of:

- (a) receiving an acknowledgement message sent by said receiving module at said transmitting module, said received acknowledgement message including an indicator, a value of said indicator indicating whether a previous message, if any, transmitted from said transmitting module to said receiving module immediately before a message associated with said received acknowledgement message was received by said receiving module; and
- (b) determining whether said received acknowledgement message was received by said transmitting module in a proper sequence to a previous acknowledgement message, if any, sent by said receiving module.

14. The method of tracking transmission of acknowledgement messages as claimed in claim 13, the method further comprising the steps of:

- (c) if said received acknowledgement message was not received by said transmitting module in said proper sequence, evaluating said value of said indicator to determine whether said previous message transmitted from said transmitting module to said receiving module immediately before said message associated with said received acknowledgement message was received by said receiving module.

15. The method of tracking transmission of acknowledgement messages as claimed in claim 14, said method further comprises the step of:

(d1) if said received acknowledgement message was not received by said transmitting module in a proper sequence and if said indicator indicates that said previous message transmitted from said transmitting module was not received by said receiving module, synchronizing an internal state of said transmitting module to reflect loss of said previous message.

16. The method of tracking transmission of acknowledgement messages as claimed in claim 15, said method further comprises the step of:

(d2) if said received acknowledgement message was not received by said transmitting module in a proper sequence and if said indicator indicates that said previous message transmitted from said transmitting module was received by said receiving module, processing an acknowledgement response for said previous message contained in said received acknowledgement message.

17. The method of tracking transmission of acknowledgement messages as claimed in claim 16, wherein

each of said received acknowledgement messages is associated with a sequence number;

and

said step (b) comprises:

determining an expected sequence number for said received acknowledgement message based on said sequence number of said previous acknowledgement message; and

if said expected sequence number does not match said sequence number for said received acknowledgement message, indicating that said received acknowledgement message was not received by said transmitting module in said proper sequence.

18. The method of tracking transmission of acknowledgement messages as claimed in claim 16, wherein:

each of said acknowledgement messages are associated with a sequence number; and said step (b) comprises:

determining an expected sequence number for said previous acknowledgement message based on said sequence number of said received acknowledgement message; and

if said expected sequence number does not match said sequence number for said previous acknowledgement message received by said transmitting module, indicating that said received acknowledgement message was not received by said transmitting module in said proper sequence.

19. The method of tracking transmission of acknowledgement messages as claimed in claim 16, wherein said acknowledgement messages and said messages are associated with packets transmitted from said transmitting module to said receiving module.

20. The method of tracking transmission of acknowledgement messages as claimed in claim 19, wherein each said acknowledgement message comprises:

- a first field including a value indicating an acknowledgement response for said message associated with said received acknowledgement message; and
- a second field including one of: (a) said value of said indicator; and (b) a value indicating an acknowledgement response for said previous message transmitted from said transmitting module to said receiving module immediately before said message associated with said received acknowledgement message.

21. The method of tracking transmission of acknowledgement messages as claimed in claim 20, wherein

- said transmitting module allocates memory associated with said messages transmitted to said receiving module at a time of transmission; and
- said method further comprising the step of:

- (e) reallocating said memory in response to said value of said first field and said value of said second field.

22. The method of tracking transmission of acknowledgement messages as claimed in claim 21, wherein said acknowledgement response for said previous message and said acknowledgement response for said message associated with said received acknowledgement message indicate, respectively, whether said previous message and said message associated with said received acknowledgement message were accepted by said receiving module.

23. A receiving module for tracking transmission of messages being sent from a transmitting module to said receiving module in a communication device, said receiving module comprising:

a first input adapted to receive a message;

a sequence evaluation unit adapted to evaluate said received message to determine

whether said received message was received in a proper sequence to an earlier

message, if any, sent by said transmitting module; and

an acknowledgement unit adapted to generate an acknowledgement message for

transmission from said receiving module to said transmitting module, said

acknowledgement message including an indicator, a value of said indicator

indicating whether a previous message, if any, transmitted from said transmitting

module to said receiving module immediately before said received message was

received by said receiving module.

24. The receiving module for tracking transmission of messages as claimed in claim 23, wherein if said sequence evaluation unit determines that said received message was not received in said proper sequence, said acknowledgement unit sets said value of said indicator to indicate that said previous message was not received by said receiving module.

25. The receiving module for tracking transmission of messages as claimed in claim 24, wherein

each of said received messages is associated with a sequence number; and

said sequence evaluation unit:

determines an expected sequence number for said received message based on said sequence number of said previous message received by said receiving module; and

if said expected sequence number does not match said sequence number for said received message, indicates that said received message was not received by said receiving module in said proper sequence.

26. The receiving module for tracking transmission of messages as claimed in claim 24, wherein

each of said messages are associated with a sequence number; and
said sequence evaluation unit:

determines an expected sequence number for said previous message transmitted from said transmitting module to said receiving module based on said sequence number of said received message; and

if said expected sequence number does not match said sequence number for said previous message received by said receiving module, indicates that said received message was not received by said receiving module in said proper sequence.

27. The receiving module for tracking transmission of messages as claimed in claim 24, wherein said messages and said acknowledgement message are associated with packets transmitted from said transmitting module to said receiving module.

28. The receiving module for tracking transmission of messages as claimed in claim 27, wherein each said acknowledgement message comprises:

a first field including a value indicating an acknowledgement response for said received message; and

a second field including one of: (i) said value of said indicator; and (ii) a value indicating an acknowledgement response for said previous message transmitted from said transmitting module to said receiving module immediately before said received message.

29. The receiving module for tracking transmission of messages as claimed in claim 28, wherein said acknowledgement response for said previous message and said acknowledgement response for said received message indicate, respectively, whether said previous message and said received message were accepted by said receiving module.

30. A transmitting module for tracking transmission of acknowledgement messages being sent from a receiving module to said transmitting module in a communication device, said transmitting module comprising:

a first input adapted to receive an acknowledgement message sent by said receiving module at said transmitting module, said received acknowledgement message including an indicator, a value of said indicator indicating whether a previous message, if any, transmitted from said transmitting module to said receiving module immediately before a message associated with said received acknowledgement message was received by said receiving module; and

a sequence evaluation unit adapted to determine whether said received acknowledgement message was received by said transmitting module in a proper sequence to a previous acknowledgement message, if any, sent by said receiving module.

31. The transmitting module for tracking transmission of acknowledgement messages as claimed in claim 30, wherein if said received acknowledgement message was not received by said transmitting module in said proper sequence, said transmitting module evaluates said value of said indicator to determine whether said previous message transmitted from said transmitting module to said receiving module immediately before said message associated with said received acknowledgement message was received by said receiving module.

32. The transmitting module for tracking transmission of acknowledgement messages as claimed in claim 31, wherein if said received acknowledgement message was not received by said transmitting module in a proper sequence and if said indicator indicates that said previous message transmitted from said transmitting module was not received by said receiving module, said transmitting module synchronizes an internal state of said transmitting module to reflect loss of said previous message.

33. The transmitting module for tracking transmission of acknowledgement messages as claimed in claim 32, wherein if said sequence evaluation unit determines that said received acknowledgement message was not received by said transmitting module in a proper sequence and if said indicator indicates that said previous message transmitted from said transmitting module was received by said receiving module, said transmitting module processes an

acknowledgement response for said previous message contained in said received acknowledgement message.

34. The transmitting module for tracking transmission of acknowledgement messages as claimed in claim 33, wherein said acknowledgement messages and said messages are associated with packets transmitted from said transmitting module to said receiving module.

35. The transmitting module for tracking transmission of acknowledgement messages as claimed in claim 34, wherein each said acknowledgement message comprises:

a first field including a value indicating an acknowledgement response for said message associated with said received acknowledgement message; and

a second field including one of: (a) said value of said indicator; and (b) a value indicating an acknowledgement response for said previous message transmitted from said transmitting module to said receiving module immediately before said message associated with said received acknowledgement message.

36. The transmitting module for tracking transmission of acknowledgement messages as claimed in claim 35, wherein

said transmitting module further comprises memory; and

said transmitting module allocates said memory to store information associated with said messages transmitted to said receiving module and reallocates said memory in response to said value of said first field and said value of said second field.

37. The transmitting module for tracking transmission of acknowledgement messages as claimed in claim 36, wherein said acknowledgement response for said previous message and said acknowledgement response for said message associated with said received acknowledgement message indicate, respectively, whether said previous message and said message associated with said received acknowledgement message were accepted by said receiving module.

1. Abstract

A method and module for tracking transmission of messages being sent from a transmitting module to a receiving module in a communication device is provided. The method includes the step of (a) receiving a message at the receiving module. The method also includes the step of (b) evaluating the received message to determine whether the received message was received by the receiving module in a proper sequence to a previous message, if any, sent by the transmitting module. The method further includes the step of (c) generating an acknowledgement message from the receiving module to the transmitting module, the acknowledgement message including an indicator, a value of the indicator indicating whether the previous message, if any, transmitted from the transmitting module to the receiving module immediately before the received message was received by the receiving module.

2. Representative Drawing

Fig. 3A

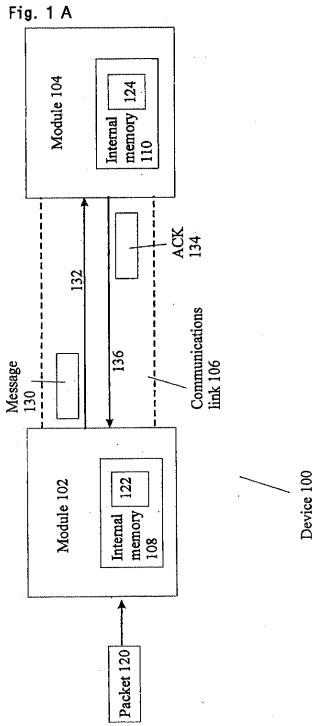


Figure 1A

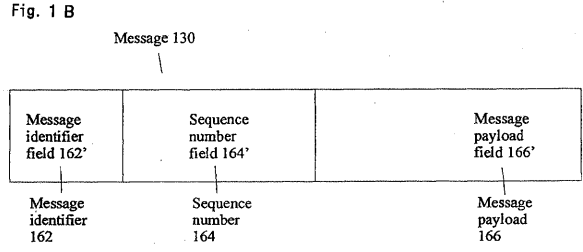


Figure 1B

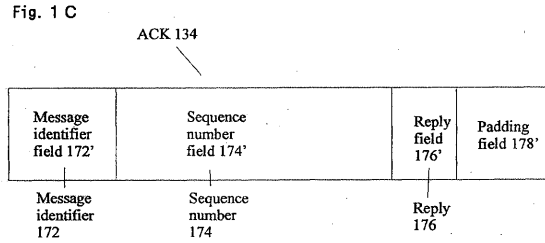


Figure 1C

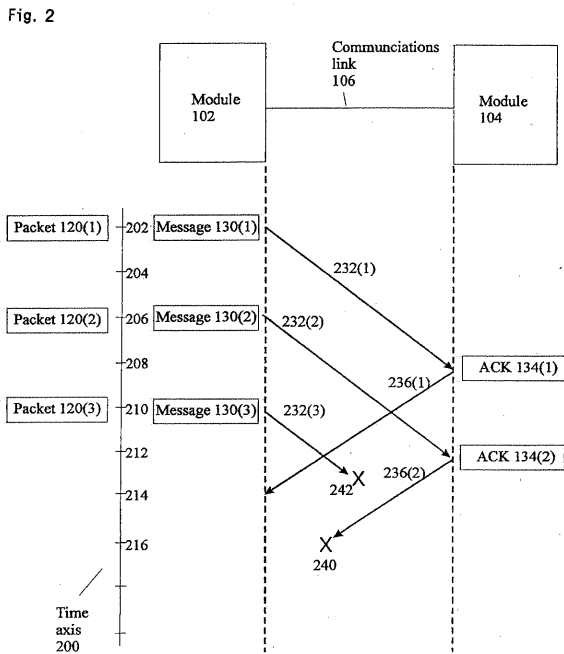


Figure 2

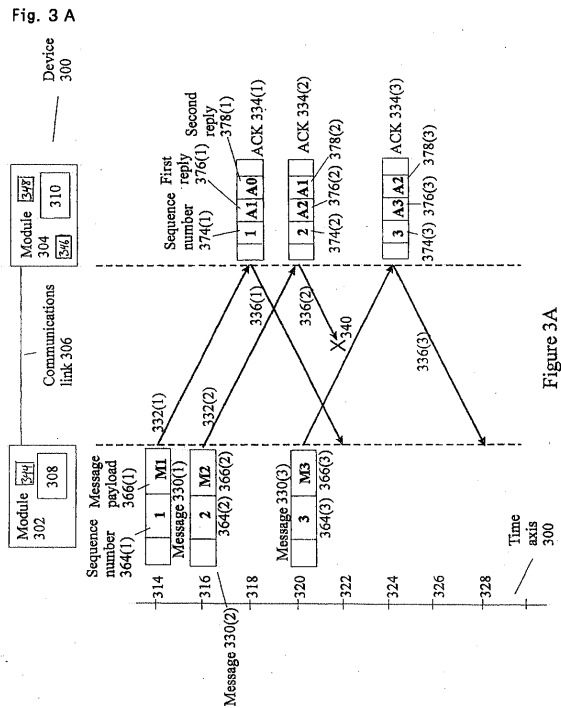


Figure 3A

Fig. 3 B

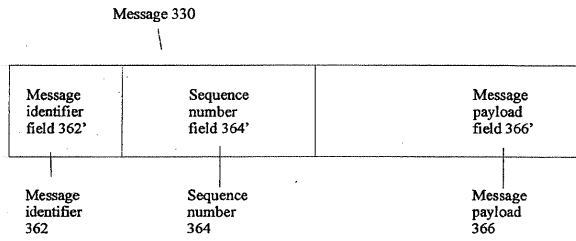


Figure 3B

Fig. 3 C

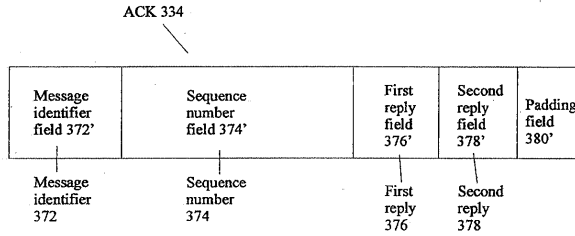


Figure 3C

Fig. 4

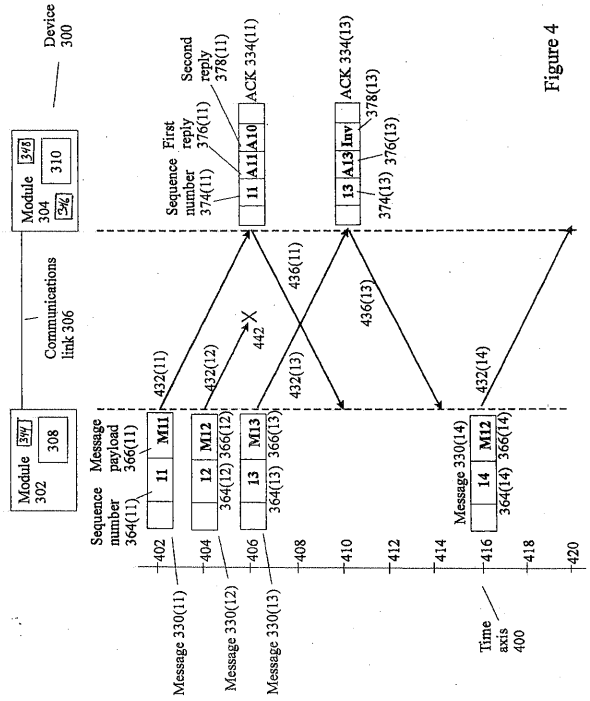


Figure 4

Fig. 5

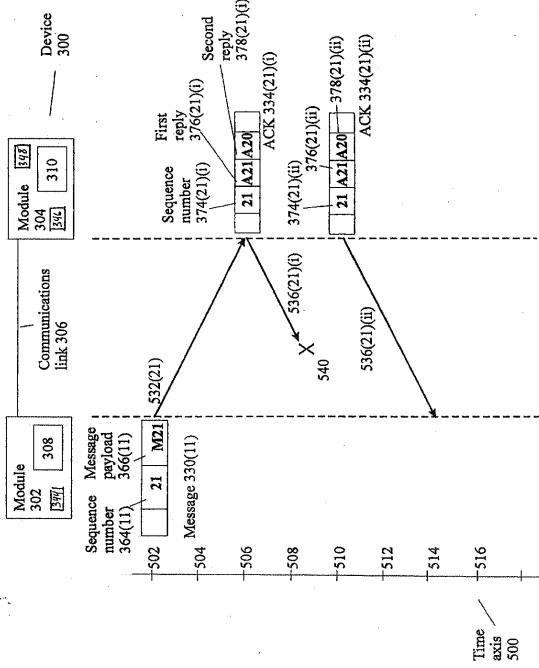


Figure 5

Fig. 6 A

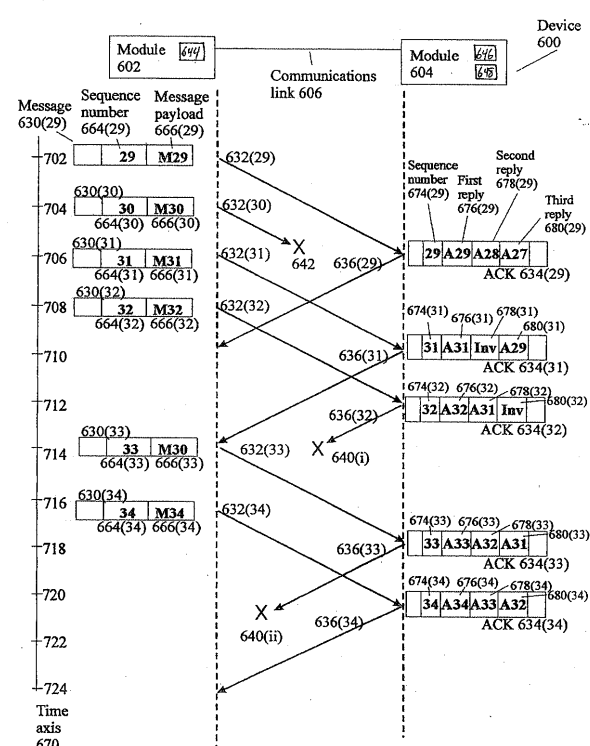


Figure 6A

Fig. 6 B

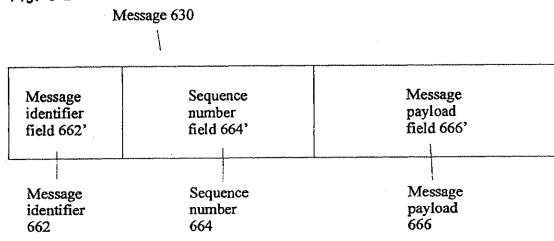


Figure 6B

Fig. 6 C

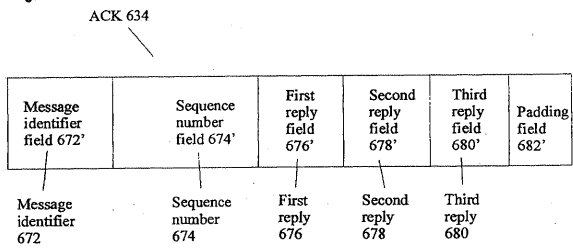


Figure 6C