

(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2010-98392

(P2010-98392A)

(43) 公開日 平成22年4月30日 (2010.4.30)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 4W 24/02 (2009.01)	HO 4 Q 7/00 2 4 1	5 K O 6 7
HO 4W 52/02 (2009.01)	HO 4 Q 7/00 4 2 1	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2008-265802 (P2008-265802)	(71) 出願人	301022471
(22) 出願日	平成20年10月14日 (2008.10.14)		
(出願人による申告) 総務省委託「電波資源拡大のための研究開発」の一環、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願		(74) 代理人	100116850
			弁理士 廣瀬 隆行
		(72) 発明者	スン チェン
			東京都小金井市貫井北町4-2-1 独立行政法人情報通信研究機構内
		(72) 発明者	デメシ ヨハネス アレムスグド
	東京都小金井市貫井北町4-2-1 独立行政法人情報通信研究機構内		
	(72) 発明者	チャン ハグエン	
	東京都小金井市貫井北町4-2-1 独立行政法人情報通信研究機構内		

最終頁に続く

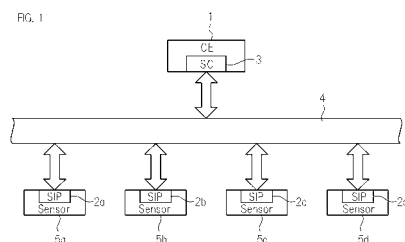
(54) 【発明の名称】 センサー制御機能を有するコグニティブエンジン及びコグニティブ無線通信システム

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 キャリアセンス性能を高めることができるコグニティブエンジン (C E) 及びそのような C E を有するコグニティブ無線通信システムを提供する。

【解決手段】 スペクトラムセンサーを有するコグニティブ無線通信システムにおけるコグニティブエンジン 1 に関する。そして、コグニティブエンジン 1 は、センシングコントローラー 3 を有している。このコグニティブエンジン 1 は、センシングコントローラー 3 からの指令により動作するセンサーに対し、指令を出すことができる。このため、動的にセンサーを制御して、キャリアセンス性能を高めることができる。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

コグニティブ無線通信に用いられるコグニティブエンジン（１）であって、
前記コグニティブエンジン（１）は、センシングコントローラー（３）を有し、

前記センシングコントローラー（３）は、

１又は複数のセンサー（５ a, ５ b, ５ c, ５ d）から、センシング情報を含む送信
情報を受取る入力部（７）と、

前記１又は複数のセンサーへ送る制御指令を求めるセンサー制御部（９）と、

前記１又は複数のセンサーへ制御指令を出力する出力部（１１）と、

を有し、

前記送信情報は、

前記１又は複数のセンサーのうちのあるセンサーが観測したセンシング情報、及び
当該センサー自身に関する情報のいずれか又は両方を含み、

前記センサー制御部（９）は、

前記入力部から入力された前記送信情報のセンシング情報を分析して、センシング
を行うセンサーを決定するセンサー決定ブロック（１３）と、

センシングを行うことが決定されたセンサーから前記センシングコントローラーへ
センシング情報が伝達される経路を決定する経路決定ブロック（１５）と、

前記決定したセンサー及び前記経路に関する情報に基づいて、前記１又は複数のセ
ンサーへ送る制御指令を求める制御指令ブロック（１７）と、

を有し、

これにより、

前記入力部（７）が、１又は複数のセンサー（５ a, ５ b, ５ c, ５ d）からセンシ
ング情報を含む送信情報を受取り、

前記センサー制御部（９）が、前記送信情報のセンシング情報を用いて、前記１又は
複数のセンサーへ送る制御指令を求め、

前記出力部（１１）が、前記１又は複数のセンサー（５ a, ５ b, ５ c, ５ d）へ制
御指令を出力し、

前記１又は複数のセンサー（５ a, ５ b, ５ c, ５ d）におけるそれぞれのセンサー
は、前記制御指令に従って、センシングを行うか又はセンシングを行わず、かつ、前記制
御指令における経路に従って、前記センシング情報を含む送信情報を前記入力部（７）へ
と伝達する、

コグニティブエンジン。

【請求項 2】

前記センサー制御部（９）は、

さらに、前記センシング情報が入力され、前記センシング情報の品質を評価する品質
評価ブロック（１９）を有し、

前記センシング情報の品質に関する情報を用いて、センシングを行うセンサーを決定
する、

請求項 1 に記載のコグニティブエンジン。

【請求項 3】

前記センサー自身に関する情報は、

当該センサーの電力消費量に関する情報を含む、

請求項 1 に記載のコグニティブエンジン。

【請求項 4】

前記センシング情報が伝達される経路は、

あるセンサーから他のセンサーを経て、前記入力部（７）へセンシング情報が伝達さ

10

20

30

40

50

れる経路を含む、

請求項 1 に記載のコグニティブエンジン。

【請求項 5】

前記センシングコントローラー (3) は、

さらに、当該センシングコントローラー (3) を有するコグニティブエンジン (1) の優先順位に関する情報を得る優先順位ブロック (21) を有し、

前記出力部 (11) は、さらに、前記優先順位に関する情報を出力し、

これにより、

前記 1 又は複数のセンサー (5a, 5b, 5c, 5d) におけるそれぞれのセンサーは、コグニティブ無線通信領域内に複数のコグニティブエンジンが含まれている場合、前記優先順位に関する情報に従って、あるコグニティブエンジンに最初に前記センシング情報が伝わるように、当該あるコグニティブエンジンの入力部 (7) へと前記センシング情報を伝達する、

請求項 1 に記載のコグニティブエンジン。

【請求項 6】

前記センサー制御部 (9) は、

さらに、前記センシング情報から、当該センシング情報を送信したセンサーが前記コグニティブエンジン (1) からの指令に基づいて動作するセンサーであるかどうかを判断する、センサー判断ブロック (25) を有し、

前記センサー判断ブロック (25) における判断結果を用いて、前記センシング情報が伝達される経路を決定する、

請求項 1 に記載のコグニティブエンジン。

【請求項 7】

前記センサー制御部 (9) は、

さらに、前記入力部 (7) から入力された前記送信情報のセンシング情報を分析して、センサーの電力を調整する指令を求めるセンサー電力調整ブロック (27) を有し、

前記センサーの電力を調整する指令は、

前記センシングを行わないセンサーの電力を小さくする指令、及び

前記センシングを行うセンサーの電力を大きくする指令、のいずれか又は両方を含む

請求項 1 に記載のコグニティブエンジン。

【請求項 8】

前記センシングコントローラー (3) は、

さらに、第 1 の情報フィルタリングブロック (29a) を有し、

前記第 1 の情報フィルタリングブロック (29a) は、

前記品質評価ブロック (19) が評価したセンシング情報の品質に関する情報を用いて、センシング情報を選択する、

請求項 2 に記載のコグニティブエンジン。

【請求項 9】

前記センシングコントローラー (3) は、

さらに、第 2 の情報フィルタリングブロック (29b) を有し、

前記第 2 の情報フィルタリングブロック (29b) は、

前記センサー判断ブロック (25) における判断結果を用いて、センシング情報を選択する、

請求項 6 に記載のコグニティブエンジン。

【請求項 10】

請求項 1 ～ 9 のいずれかに記載のコグニティブエンジンを含む、コグニティブ無線通信システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、センサー制御機能を有するコグニティブエンジン及びコグニティブ無線通信システムなどに関する。

【背景技術】

【0002】

コグニティブ無線は、既ライセンスシステムの時間的、周波数的な隙間（white space）を見つけて使用するシステムである。このため、情報を送信する前にキャリアセンスを十分に行う必要がある。特開2008-53830号公報（下記特許文献1）には、ハードウェア規模を必要最小限に止めつつ、十分なキャリアセンス性能を維持し、高い送信効率を有するコグニティブ無線方式の無線通信装置が開示されている。この無線通信装置は、コグニティブ無線通信を行うためのコグニティブエンジンを含んでいる。

10

【0003】

しかしながら、この文献に記載のコグニティブエンジンは、スペクトラムセンサーからのセンシング情報を一方的に受信するのみである。すなわち、この文献に記載されたコグニティブ無線通信システムでは、センシング情報の品質を評価することができない。さらに、このシステムは、スペクトラムセンサーの特性を把握できない。このため、このシステムでは、コグニティブエンジンのキャリアセンス性能を十分に高めることができず、スペクトラムの利用効率を高めることが困難である。

【0004】

20

また、このシステムでは、スペクトラムセンサーの電力消費量を評価しないため、電力消費量が多い。さらに、このシステムでは、全てのスペクトラムセンサーが直接コグニティブエンジンに向けてセンシング情報を送信するので、電力消費量が多い。

【特許文献1】特開2008-53830号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

そこで、本発明は、キャリアセンス性能を高めることができるコグニティブエンジン（CE）及びそのようなCEを有するコグニティブ無線通信システムを提供することを目的とする。

30

【0006】

また、本発明は、電力消費量を軽減できるCE及びそのようなCEを有するコグニティブ無線通信システムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、基本的には、スペクトラムセンサーを有するコグニティブ無線通信システムにおけるコグニティブエンジンに関する。そして、コグニティブエンジンからの指令により動作するセンサーに対し、本発明のコグニティブエンジンは、指令を出すことができるため、動的にセンサーを制御して、キャリアセンス性能を高めることができる。そのため、本発明のコグニティブ無線通信システムでは、スペクトラムの利用効率を高めることができる。

40

【0008】

すなわち、本発明は、コグニティブ無線通信に用いられるコグニティブエンジン1に関する。コグニティブエンジン1とは、コグニティブ無線通信端末や、コグニティブ無線基地局に搭載され、コグニティブ無線通信を行うための装置である。そして、コグニティブエンジン1は、センシングコントローラー3を有する。このセンシングコントローラー3は、スペクトラムセンサー5に各種指令を出し、スペクトラムセンサー5の動作を制御するための機能ブロックである。

【0009】

センシングコントローラー3は、入力部7と、センサー制御部9と、出力部11とを有

50

する。入力部 7 は、1 又は複数のセンサー 5 a, 5 b, 5 c, 5 d (スペクトラムセンサー 5) から、センシング情報を含む送信情報を受取るブロックである。送信情報は、1 又は複数のセンサーのうちのあるセンサーが観測したセンシング情報、及びセンサー自身に関する情報のいずれか又は両方を含んでいる。センサー制御部 9 は、1 又は複数のセンサーへ送る制御指令を求めるブロックである。出力部 11 は、1 又は複数のセンサーへ制御指令を出力するブロックである。

【0010】

センサー制御部 9 は、センサー決定ブロック 13 と、経路決定ブロック 15 と、制御指令ブロック 17 とを含む。センサー決定ブロック 13 は、入力部から入力された送信情報のセンシング情報を分析して、センシングを行うセンサーを決定するブロックである。経路決定ブロック 15 は、センシングを行うことが決定されたセンサーからセンシングコントローラー 3 へセンシング情報が伝達される経路を決定するブロックである。制御指令ブロック 17 は、決定したセンサー及び経路に関する情報に基づいて、1 又は複数のセンサーへ送る制御指令を求める制御指令ブロックである。この制御指令には、センシングを行うセンサーに関する情報や、センシング情報が伝達される経路に関する情報が含まれる。

【0011】

上記の構成を採用するため、本発明のコグニティブエンジン 1 は、以下のように動作する。すなわち、入力部 7 が、1 又は複数のセンサー 5 a, 5 b, 5 c, 5 d からセンシング情報を受取る。次に、センサー制御部 9 が、前記送信情報のセンシング情報を用いて、前記 1 又は複数のセンサーへ送る制御指令を求める。そして、出力部 11 が、前記 1 又は複数のセンサー 5 a, 5 b, 5 c, 5 d へ制御指令を出力する。その後、1 又は複数のセンサー 5 a, 5 b, 5 c, 5 d におけるそれぞれのセンサーは、制御指令に従って、センシングを行うか又はセンシングを行わない。また、それぞれのセンサーは、制御指令における経路に従って、センシング情報を入力部 7 へと伝達する。

【0012】

本発明のコグニティブエンジン 1 の好ましい態様は、センサー制御部 9 が、さらに、センシング情報が入力され、センシング情報の品質を評価する品質評価ブロック 19 を有するものである。そして、このコグニティブエンジン 1 は、センシング情報の品質に関する情報を用いて、センシングを行うセンサーを決定する。よって、このコグニティブエンジン 1 は、センシング品質の悪い情報をフィルタリングによって除いて、センシング品質の良い情報を集約できる。

【0013】

本発明のコグニティブエンジン 1 の好ましい態様は、センサー自身に関する情報にセンサーの電力消費量に関する情報を含むものである。このように、センサーの電力消費量に関する情報がコグニティブエンジン 1 に入力されるため、コグニティブエンジン 1 は、たとえば、電力消費量が少なくなるようにセンサーを選択することができる。また、電力消費量が少なくなるようにセンシング情報を伝達する経路を求めることができる。

【0014】

本発明のコグニティブエンジン 1 の好ましい態様は、センシング情報が伝達される経路には、あるセンサーから他のセンサーを経て、前記入力部 7 へセンシング情報が伝達される経路を含む。従来のコグニティブエンジンを含むシステムでは、単に、各センサーがコグニティブエンジンに直接センシング情報を伝達していた。しかし、コグニティブエンジンを搭載した端末から遠くにあるセンサーは、近くにあるセンサーにセンシング情報を伝達させる方ができれば、電力消費を抑えることが可能となる。そこで、本発明では、センシング情報が伝達される経路が、あるセンサーから他のセンサーを経て、前記入力部 7 へセンシング情報が伝達される経路を含むようにすることで、電力消費を抑えることができる。

【0015】

本発明のコグニティブエンジン 1 の好ましい態様は、センシングコントローラー 3 が、さらに、優先順位ブロック 21 を有するものである。優先順位ブロック 21 は、センシ

グコントローラー 3 を有するコグニティブエンジン 1 の優先順位に関する情報を得るための機能ブロックである。この態様のコグニティブエンジン 1 は、出力部 11 が、優先順位に関する情報を出力する。

【0016】

これにより、1 又は複数のセンサー 5a, 5b, 5c, 5d におけるそれぞれのセンサーは、コグニティブ無線通信領域内に複数のコグニティブエンジンが含まれている場合、優先順位に関する情報に従って、あるコグニティブエンジンの入力部 7 へ最初にセンシング情報を伝達する。

【0017】

本発明のコグニティブエンジン 1 の好ましい態様は、センサー制御部 9 が、さらに、センサー判断ブロック 25 を有する。センサー判断ブロック 25 は、センシング情報から、当該センシング情報を送信したセンサーがコグニティブエンジン 1 からの指令に基づいて動作するセンサーであるかどうかを判断する機能ブロックである。これにより、従来のコグニティブ無線通信用のセンサーと本発明のコグニティブ無線通信用のセンサーとを区別することができる。この態様のコグニティブエンジン 1 は、センサー判断ブロックにおける判断結果を用いて、センシング情報が伝達される経路を決定する。すなわち、従来のセンサー（レガシーセンサー）は、一方的にセンシング情報をコグニティブエンジンへ送信するだけであった。本発明のセンサーは、他のセンサーにもセンシング情報を転送できる。また、ゲートウェイとして機能するセンサーに、複数のセンサーからのセンシング情報を集約し、ゲートウェイからコグニティブエンジン 1 へと集約したセンシング情報を伝達することもできる。よって、この態様のコグニティブエンジン 1 によれば、本発明の指令を実行できるセンサーを把握して、把握したセンサーによる最適な経路を決定できる。

【0018】

本発明のコグニティブエンジン 1 の好ましい態様は、センサー制御部 9 がセンサー電力調整ブロック 27 を有する。センサー電力調整ブロック 27 は、入力部 7 から入力されたセンシング情報を分析して、センサーの電力を調整する指令を求める機能ブロックである。そして、センサーの電力を調整する指令は、センシングを行わないセンサーの電力を小さくする指令、及びセンシングを行うセンサーの電力を大きくする指令、のいずれか又は両方を含む。なお、この指令は、センシングを行わないセンサーの電力を切る（電源を OFF にする）指令や、センシングを行うセンサーの電力を入れ続けるような指令であってもよい。これにより、電力消費量を軽減できる。

【0019】

本発明のコグニティブエンジン 1 の好ましい態様は、センシングコントローラー 3 が、第 1 の情報フィルタリングブロック 29a を有するものである。第 1 の情報フィルタリングブロック 29a は、品質評価ブロック 19 が評価したセンシング情報の品質に関する情報を用いて、センシング情報を選択するための機能ブロックである。この態様のコグニティブエンジンは、複数のセンシング情報を受取った場合、センシング情報の品質が良くないものを除くことで、センシング特性を向上させることができる。

【0020】

本発明のコグニティブエンジン 1 の好ましい態様は、センシングコントローラー 3 が、さらに、第 2 の情報フィルタリングブロック 29b を有するものである。なお、この態様のコグニティブエンジンは、先に説明した第 1 の情報フィルタリングブロック 29a をも有するものであってもよい。そして、第 2 の情報フィルタリングブロック 29b は、センサー判断ブロック 25 における判断結果を用いて、センシング情報を選択するための機能ブロックである。たとえば、センサー判断ブロック 25 が、あるセンサーが異常に電力を消費すると判断した場合、そのセンサーを使用しないように判断する。そして、たとえば、その電力を消費するセンサーの電源を OFF にする指令を出力することで、システム全体の消費電力量を軽減できる。

【0021】

なお、上述したコグニティブエンジン 1 の好ましい態様はそれぞれ任意に組み合わせて

用いることができる。この場合、先に説明したそれぞれの技術的效果を奏するコグニティブエンジンを得ることができる。

【0022】

本発明の第2の側面は、上記いずれかに記載のコグニティブエンジン1を含む、コグニティブ無線通信システムに関する。

【発明の効果】

【0023】

本発明のコグニティブエンジン（CE）1は、センシングを行うスペクトラムセンサー5を選択することができ、またセンシング情報を選ぶことができるので、キャリアセンス性能を高めることができる。そのため、本発明のコグニティブ無線通信システムでは、スペクトラムの利用効率を高めることができる。

10

【0024】

また、本発明のCE1は、スペクトラムセンサー5の電力消費量を把握でき、スペクトラムセンサー5の電力を調整する指令を出すことができるので電力消費量を軽減できる。さらに、本発明のCE1は、たとえば、スペクトラムセンサー5間でセンシング情報を伝達するようにセンシング情報の経路を制御できる。このため、本発明のCE1を用いたシステムは、全てのスペクトラムセンサーがCE1に直接センシング情報を伝送しなくても良い。よって、センシング情報の伝送路長を軽減でき、このためシステムの電力消費量を軽減できる。

【発明を実施するための最良の形態】

20

【0025】

以下、図面を用いて本発明を実施するための最良の形態を説明する。しかしながら、以下説明する形態はある例であって、当業者にとって自明な範囲で適宜修正することができる。

【0026】

図1は、本発明のコグニティブ無線通信システムの概略を説明するためのブロック図である。コグニティブエンジン（CE）1とは、コグニティブ無線通信端末（たとえば携帯端末）やコグニティブ無線基地局に搭載され、コグニティブ無線通信を行うための装置である。図1に示されるように、コグニティブエンジン1は、センシングコントローラー（SC）3を有する。このSC3は、センサー5a、5b、5c、5d（スペクトラムセンサー5）に各種指令を出し、センサーの動作を制御するための機能ブロックである。なお、スペクトラムセンサー5は、コグニティブ無線通信端末（たとえば携帯電話）に搭載されている。図1中、符号2a、2b、2c、2dは、後述するセンシング情報プロセッサ（SIP）である。

30

【0027】

図2は、センシングコントローラー（SC）3の機能ブロック図である。図2に示されるように、センシングコントローラー3は、入力部7と、センサー制御部9と、出力部11とを有する。

【0028】

入力部7は、1又は複数のセンサー5a、5b、5c、5dから、センシング情報を含む送信情報を受取る機能ブロックである。この送信情報は、1又は複数のセンサーのうちのあるセンサーが観測したセンシング情報、及びセンサー自身に関する情報のいずれか又は両方を含んでいる。センシング情報は、信号に関する数値（瞬間的なエネルギー値とその統計値）を示すソフト情報か、又はハード情報（バイナリー情報）を含んでいる。センサー制御部9は、1又は複数のセンサーへ送る制御指令を求める機能ブロックである。出力部11は、1又は複数のセンサーへ制御指令を出力する機能ブロックである。

40

【0029】

センサー制御部9は、センサー決定ブロック13と、経路決定ブロック15と、制御指令ブロック17とを含む。センサー決定ブロック13は、入力部7から入力された送信情報のセンシング情報を分析して（又は他のブロックが分析した分析結果を用いて）、セン

50

シングを行うセンサーを決定する機能ブロックである。経路決定ブロック15は、センシングを行うことが決定されたセンサーからセンシングコントローラー3へセンシング情報が伝達される経路を決定する機能ブロックである。制御指令ブロック17は、決定したセンサー及び経路に関する情報に基づいて、1又は複数のセンサーへ送る制御指令を求める機能ブロックである。この制御指令には、センシングを行うセンサーに関する情報や、センシング情報が伝達される経路に関する情報が含まれる。なお、この制御指令は、センシングを行わないセンサーに関する情報をさらに含むものであってもよい。

【0030】

上記の構成を採用するため、本発明のコグニティブエンジン1は、以下のように動作する。すなわち、入力部7が、1又は複数のセンサー5a、5b、5c、5dから、センシング情報を含む送信情報を受取る。次に、センサー制御部9が、送信情報に含まれるセンシング情報を用いて、1又は複数のセンサー5a、5b、5c、5dへ送る制御指令を求める。そして、出力部11が、1又は複数のセンサー5a、5b、5c、5dへ制御指令を出力する。その後、1又は複数のセンサー5a、5b、5c、5dにおけるそれぞれのセンサーは、制御指令に従って、センシングを行うか又はセンシングを行わない。また、それぞれのセンサーは、制御指令における経路に従って、センシング情報を入力部7へと伝達する。

【0031】

本発明のコグニティブエンジン1の好ましい態様は、センサー制御部9が、さらに、品質評価ブロック19を有するものである。品質評価ブロック19には、センシング情報が入力部7を介して入力される。そして、品質評価ブロック19は、センシング情報の品質を評価する。具体的には、品質評価ブロック19は、スペクトラムセンサー5側（ユーザーチャンネル）に、ノイズ、干渉、シャドーイング、及びフェージングなどの悪い要因が発生しているかどうかを判断することで、センシング情報の品質の評価を行う。そして、このコグニティブエンジン1のセンサー決定ブロック13は、センシング情報の品質に関する情報を用いて、センシングを行うセンサーを決定する。よって、このコグニティブエンジン1は、センシング品質の悪い情報をフィルタリングによって除いて、センシング品質の良い情報を集約できる。つまり、コグニティブエンジン1は、複数のセンサーの中から、センシングに優れたセンサーを特定することができる。

【0032】

本発明のコグニティブエンジン1の好ましい態様は、センサー自身に関する情報が、当該センサーの電力消費量に関する情報を含むものである。電力消費量に関する情報は、電源のバッテリー残量を数値化したものであってもよい。これによって、センサーの電力消費量に関する情報がコグニティブエンジン1に入力されるため、コグニティブエンジン1は、たとえば、電力消費量が少なくなるようにセンサーを選択することができる。また、電力消費量が少なくなるようにセンシング情報を伝達する経路を求めることができる。

【0033】

本発明のコグニティブエンジン1の好ましい態様では、センシング情報が伝達される経路が、あるセンサーから他のセンサーを経て、前記入力部7へセンシング情報が伝達される経路を含むものである。ところで、従来のコグニティブエンジンを含む無線通信システムでは、単に、各センサーがコグニティブエンジンに直接センシング情報を伝達していた。しかし、コグニティブエンジンを搭載した端末から遠くにあるセンサーは、近くにあるセンサーにセンシング情報を伝達させる方ができれば、電力消費を抑えることが可能となる。そこで、本発明では、センシング情報が伝達される経路が、あるセンサーから他のセンサーを経て、入力部7へセンシング情報が伝達される経路を含むようにし、そして、その経路を選択することで、センサー間のセンシング情報の伝達を可能にしている。これにより、電力消費を抑えることができる。

【0034】

本発明のコグニティブエンジン1の好ましい態様は、センシングコントローラー3が、さらに、優先順位ブロック21を有するものである。優先順位ブロック21は、センシ

グコントローラー 3 を有するコグニティブエンジン 1 の優先順位に関する情報を得るための機能ブロックである。この態様のコグニティブエンジン 1 では、出力部 11 が優先順位に関する情報を出力する。この出力を受けたセンサーは、優先順位に関する情報に従って、アクセスするコグニティブエンジン 1 を決めることになる。これにより、1 又は複数のセンサー 5 a, 5 b, 5 c, 5 d におけるそれぞれのセンサーは、コグニティブ無線通信領域内に複数のコグニティブエンジンが含まれている場合、優先順位に関する情報に従って、複数のコグニティブエンジンのうち、あるコグニティブエンジンの入力部 7 へ最初にセンシング情報を伝達する。具体例を挙げると、優先順位に関する情報をフラグで示すこととし、フラグが ON (つまり優先順位が最高) であれば、センサーからコグニティブエンジン 1 へのアクセスが許容され、フラグが OFF (つまり優先順位が最低) であれば、

10

【0035】

本発明のコグニティブエンジン 1 の好ましい態様は、センサー制御部 9 が、さらに、センサー判断ブロック 25 を有する。センサー判断ブロック 25 は、センシング情報 (又は送信情報内に含まれる他の情報) から、当該センシング情報を送信したセンサーがコグニティブエンジン 1 からの指令に基づいて動作するセンサーであるかどうかを判断する機能ブロックである。あるセンサーが、コグニティブエンジン 1 からの指令に基づいて動作するセンサーではないと判断された場合、そのセンサーは、従来のコグニティブ無線通信用のセンサーであるとコグニティブエンジン 1 によって識別される。これにより、従来のコグニティブ無線通信用のセンサーと本発明のコグニティブ無線通信用のセンサーとを区別

20

【0036】

本発明のコグニティブエンジン 1 の好ましい態様は、センサー制御部 9 がセンサー電力調整ブロック 27 を有する。センサー電力調整ブロック 27 は、入力部 7 から入力されたセンシング情報を分析して (又は他のブロックが分析した分析結果を用いて)、センサーの電力を調整する指令を求める機能ブロックである。そして、センサーの電力を調整する指令は、センシングを行わないセンサーの電力を小さくする指令、及びセンシングを行うセンサーの電力を大きくする指令、のいずれか又は両方を含む。なお、センシングを行わないセンサーの電力を切り、センシングを行うセンサーの電力を入れ続けるような指令であってもよい。これにより、電力消費量を軽減できる。

30

【0037】

本発明のコグニティブエンジン 1 の好ましい態様は、センシングコントローラー 3 が、第 1 の情報フィルタリングブロック 29 a を有するものである。第 1 の情報フィルタリングブロック 29 a は、品質評価ブロック 19 が評価したセンシング情報の品質に関する情報を用いて、センシング情報を選択するための機能ブロックである。この態様のコグニティブエンジンは、複数のセンシング情報を受取った場合、センシング情報の品質が良くないものを除くことで、センシング特性を向上させることができる。

40

【0038】

本発明のコグニティブエンジン 1 の好ましい態様は、センシングコントローラー 3 が、さらに、第 2 の情報フィルタリングブロック 29 b するものである。なお、この態様のコグニティブエンジン 1 は、先に説明した第 1 の情報フィルタリングブロック 29 a をも有するものであってもよい。そして、第 2 の情報フィルタリングブロック 29 b は、センサ

50

一判断ブロック25における判断結果を用いて、センシング情報を選択するための機能ブロックである。たとえば、センサー判断ブロック25が、あるセンサーが異常に電力を消費すると判断した場合、そのセンサーを使用しないように判断する。そして、第2の情報フィルタリングブロック29bは、たとえば、その電力を消費するセンサーの電源をOFFにする指令を出力する。これにより、コグニティブ無線通信システム全体の消費電力量を軽減できる。

【0039】

なお、上記したコグニティブエンジン(CE)1の好ましい態様はそれぞれ任意に組み合わせる用いることができる。この場合、先に説明したそれぞれの技術的效果を奏するコグニティブエンジン1を得ることができる。また、上記CE1は、端末や基地局に搭載され

10

【0040】

上述したように、コグニティブエンジン(CE)1は、センシングを行うスペクトラムセンサー5を選択することができるようになっており、また、センシング情報を選ぶことができるようになってい

20

【0041】

また、上記CE1は、スペクトラムセンサー5の電力消費量を把握でき、スペクトラムセンサー5の電力を調整する指令を出すことができるようになってい

30

【0042】

次に、図3を用いて本発明のスペクトラムセンサー5を説明する。本発明のスペクトラムセンサー(Smart Spectrum Sensor: S³)は、コグニティブ無線通信に用いられる従来のセンサー(レガシーセンサー)を有する。このため、スペクトラムセンサー5は、従来のセンサーの全ての機能を有している。すなわち、スペクトラムセンサー5は、レガシーセンサーと同様、たとえば、プライマリーユーザーの存在など、特殊なラジオアクセス技術に基づいて通信条件を決定できる。さらに、スペクトラムセンサー5は、レガシーセンサーと同様、周囲のラジオ環境の変化を検出してその情報を提供

40

【0043】

図3に示されるように、本発明のスペクトラムセンサー5は、センシング情報プロセッサ(SIP)2と、記憶ユニット31と、センシングユニット32と、コミュニケーションユニット33と、電源ユニット34とを有する。センシング情報プロセッサ(SIP)2は、共通のデータ構造となるように情報を加工する処理を行う情報処理部であり、また、必要に応じて、外部からの要求に応じた動作を行う場合もある。

【0044】

センシングユニット32は、コグニティブ無線通信に用いられるセンシング情報を検出するユニットである。このセンシングユニット32として、コグニティブ無線通信に用いられる公知のスペクトラムセンサーに用いられているセンシングユニットを用いることが

50

できる。また、このセンシングユニット 3 2 は、検出したセンシング情報を S I P 2 に入力する。

【0045】

記憶ユニット 3 1 は、センシング情報を記録するとともに、コグニティブ無線通信に用いられる情報を記憶するユニットである。コグニティブ無線通信に用いられる情報には、制御プログラム、フォーマット形式、端末のアドレスなどの情報が含まれていても良い。そして、記憶ユニット 3 1 は、最新のセンシング情報などを他のクライアント（コグニティブエンジン 1 が搭載された端末や S I P 2 が搭載された端末）に送信するために用いられる。また、記憶ユニット 3 1 は、S I P 2 がスペクトラムや C E 1 への送信情報をモニタリングするためにも用いられる。このため、記憶ユニット 3 1 は、従来のセンサーより

10

【0046】

コミュニケーションユニット 3 3 は、スペクトラムセンサー 5 に送信された情報（コグニティブエンジン 1 からの制御情報や他のスペクトラムセンサー 5 からの送信情報）を受取るとともに、センシング情報プロセッサ（S I P）2 から出力された各種情報を送信するためのユニットである。

【0047】

電源ユニット 3 4 は、電源を含み、当該電源からの電力をスペクトラムセンサー 5 の各ユニットに供給するユニットである。電源ユニット 3 4 は、センシング情報プロセッサ（S I P）2 からの指令に応じて動作するように構成されている。

20

【0048】

センシング情報プロセッサ（S I P）2 は、第 1 のセンシング情報変換部 3 6 と、第 2 のセンシング情報変換部 3 7 と、送信先決定部 3 8 とを少なくとも含む。そして、本発明のスペクトラムセンサー 5 は、この S I P 2 を含むことによって、センシングコントローラー（S C）3 からの指令に基づいてさまざまな動作（制御）を行うことができるように構成されている。たとえば、S I P 2 は、ある周波数帯についてのみセンシングを行うよう指令を受けた場合、その指令に従ってセンシング領域を限定することもできる。なお、センシングコントローラー（S C）3 などの制御装置からの制御情報を判別する方法は、

30

【0049】

第 1 のセンシング情報変換部 3 6 は、センシングユニット 3 2 が検出したセンシング情報を、コグニティブエンジン（C E）1 のセンシングコントローラー（S C）3 へ送信するために、センシング情報を第 1 のフォーマットを用いて第 1 のセンシング情報に変換するための機能ブロックである。すなわち、第 1 のセンシング情報変換部 3 6 は、S C 3 からセンシング情報を S C 3 へ送信するような指令を受けた場合、センシング情報を S C 3 へ送信するためにあるフォーマット（符号化方式や特定のアドレスを付加する形式）に従って、センシング情報を変換する。なお、他のスペクトラムセンサーから受信したセンシング情報と、記憶ユニット 3 1 に記憶した最新のセンシング情報とを合わせる処理を行い、合わせたセンシング情報を変換し、変換して得られるセンシング情報を、第 1 のセンシング情報として S C 3 へ送信しても良い。なお、第 1 のセンシング情報変換部 3 6 は、センシング情報を単に変換するだけでなく、必要な処理（たとえば、演算などのデータ処理やデータの追加）を施してもよい。これにより、送信すべきデータ量の削減を図ることができる。また、センサー間の通信路の通信品質が、センサーと C E との間の通信路の通信品質よりも良い場合、センサー間で情報の送受信を行うことで、センシング品質の向上などを実現することができる。

40

【0050】

第 2 のセンシング情報変換部 3 7 は、センシングユニット 3 2 が検出したセンシング情報を他のスペクトラムセンサーに送信するために、センシング情報を第 2 のフォーマットを用いて第 2 のセンシング情報に変換するための機能ブロックである。すなわち、本発明

50

のスペクトラムセンサー５は、近接する他のスペクトラムセンサーを介して、センシング情報をＳＣ３へ伝達することができる。この伝達経路は、たとえば、ＳＣ３からの指令に従って決められる。なお、第２のセンシング情報変換部３７は、センシング情報を単に変換するだけでなく、必要な処理（たとえば、データ処理やデータの追加）を施してもよい。

【００５１】

送信先決定部３８は、センシングコントローラー（ＳＣ）３からの制御指令に従って、センシングユニット３２が検出したセンシング情報を、第１のセンシング情報又は第２のセンシング情報のいずれに変換するかを決定する機能ブロックである。具体的には、送信先決定部３８は、ＳＣ３からの情報を復号化するデコーダ３９を含み、デコーダ３９が復号化した情報に含まれる制御指令を解析する。そして、送信先決定部３８は、その制御指令に含まれるセンシング情報の送信先に従って、第１のセンシング情報変換部３６及び第２のセンシング情報変換部３７を制御する。これにより、第１のセンシング情報変換部３６及び第２のセンシング情報変換部３７のいずれかがセンシング情報の変換を行う。このようにして、ＳＣ３からの制御指令に従って、センシング情報を流通させることができる。なお、送信先決定部３８は、ＳＣ３の制御指令に従って動作するとしたが、これに代えて、送信先決定部３８は、センサー５の優先順位に従って、上記動作を行ってもよい。この場合、センサー５自身の優先順位に関する情報は、記憶ユニット３１に格納されている。

【００５２】

本発明の好ましい態様は、センシング情報プロセッサ（ＳＩＰ）２が変換する情報に、さらにセンサー自身に関する情報が含まれるものである。すなわち、この態様のスペクトラムセンサー５は、スペクトラムセンサー５の電力消費量や位置などに関する情報をＳＣ３に提供することができる。このような情報を得たＳＣ３は、適切なスペクトラムセンサー５を選択し、またセンシング情報の経路を適切に決めることができることとなる。さらに、あるセンシング情報を得る際に、複数のスペクトラムセンサーに適切に分配できることとなる。

【００５３】

センシング情報プロセッサ（ＳＩＰ）２は、センシングユニット３２が検出したセンシング情報を当該センシングユニット３２から受取る。本発明のスペクトラムセンサー５は、先に説明したとおり、ＳＩＰ２を有するため、センシング情報を近隣のスペクトラムセンサー５から受取ることができる。そして、ＳＩＰ２により集約したセンシング情報をセンシングコントローラーＳＣ３へ出力することができる。

【００５４】

センシング情報プロセッサ（ＳＩＰ）２は、ＳＣ３から指令を受取り、その指令に従った動作を行うことができる。また、ＳＩＰ２は、クライアント（端末）の優先順位を解析する優先順位解析部を有していることが好ましい。この場合、記憶ユニット３１には、クライアント（端末）の優先順位に関する情報がデータベースとして格納されている。これにより、ＳＩＰ２は、クライアントの優先順位を解析できる。そして、このＳＩＰ２は、解析した優先順位に従って、どのクライアントにセンシング情報を提供するかを決めることができる。これにより、たとえば、コグニティブ無線通信領域内に存在する複数の端末において、優先順位の低い端末から、優先順位の高い端末へと情報を順次提供することができる。

【００５５】

また、センシング情報プロセッサ（ＳＩＰ）２は、スペクトラムセンサー５をレガシーセンサーとして機能させるか又はセンシング情報プロセッサ（ＳＩＰ）２を有するセンサーとして機能させるかを切替えるスイッチ手段を有することが好ましい。これにより、たとえば、スペクトラムセンサー５をレガシーセンサーとして機能させることで、センシング情報プロセッサ（ＳＩＰ）２で実現可能な機能の一部を停止させることができる。このように、センシング情報プロセッサ（ＳＩＰ）２がスイッチ手段を有することで、スペク

トラムセンサー 5 は、S C 3 から受取った指示に応じた動作を確実に行うことができるようになる。

【0056】

スペクトラムセンサー 5 は、コグニティブ無線通信端末などの端末や他のセンサーと情報を交換できるように構成されている。情報交換に関する動作は、コグニティブエンジン (C E) 1 のセンシングコントローラー (S C) 3 によって制御される。S C 3 によって制御される動作は、ある地理的エリアに含まれる複数のセンサー間で分散されてもよい。つまり、S C 3 は、ある動作を複数の動作に割当て、それら複数のセンサーにそれぞれの動作をするように指示をしてもよい。そして、たとえば、それぞれのセンサーにより検出されたセンシング情報があるセンサーが集約して、S C 3 へ伝えるようにしても良い。このようにして、行わなければならないセンシング作業を複数のセンサーに分散させることができる。

10

【0057】

スペクトラムセンサー 5 と端末とが交換する情報には、シグナリングコントロール情報が含まれる。シグナリングコントロール情報は、センサー 5 のセンシングアクティビティを制御するための情報である。スペクトラムセンサー 5 と端末とが交換する情報には、さらにセンシング情報が含まれる。さらに、たとえばセンサー 5 のコミュニケーション能力が十分でない場合など、あるセンサー 5 から直接センシング情報を集めることができない場合は、近くにあるセンサーがそのセンサー 5 に協力 (補助) することで、センシング情報を集めることができる。具体的には、コミュニケーション能力が十分にあるセンサーは、コミュニケーション能力が十分でないセンサー 5 から情報を集め、集めた情報と、センサー自身の情報とを合わせて、S C 3 に送信する。

20

【0058】

また、スペクトラムセンサー 5 は、S C 3 から制御されていない間、自身の判断で動作を行うように構成されていることが好ましい。この場合、たとえば、記憶ユニット 3 1 には、さらに、センサー 5 自身の優先順位に関する情報が格納されており、S I P 2 は、他のセンサーの S I P との間で、優先順位に関する情報の交換を行うことで、他のセンサーとの優先順位の違いを把握するように構成される。これにより、スペクトラムセンサー 5 は、優先順位が異なる他のセンサーとの間で、優先順位に応じた動作を行うことが可能となる。たとえば、複数のセンサーが同時にある 1 つのコグニティブエンジン (C E) 1 へアクセスしようとした場合、優先順位の高いセンサーが先に C E 1 へアクセスし、優先順位の低いセンサーは、優先順位の高いセンサーが C E 1 へのアクセス中に、アクセスを中断するか又は他のセンサーと情報の交換を行う。また、たとえば、コグニティブエンジン 1 を搭載した端末と S I P 2 を搭載した端末とが同時に、1 つのセンサー 5 にセンシング情報を含む送信情報の送信を要求した場合、センサー 5 は、自身の優先順位に応じて一方の端末 (クライアント) へ先にセンシング情報を送信する。具体的には、センサー 5 の優先順位が相対的に低く設定されている場合、S I P 2 を搭載した端末へ先にセンシング情報を送信し、その後、必要に応じて、コグニティブエンジン 1 を搭載した端末へセンシング情報を送信し、逆に、自身の優先順位が高い場合には、先にコグニティブエンジン 1 を搭載した端末へセンシング情報を送信する。このように、スペクトラムセンサー 5 が自身の判断で動作する場合にも、S I P 2 の送信先決定部 3 8 が用いられる。すなわち、送信先決定部 3 8 は、優先順位に従って動作するように構成されている。

30

40

【0059】

上述したように、スペクトラムセンサー 5 は、センシング情報プロセッサ (S I P) 2 を有するので、コグニティブエンジン 1 が搭載された端末や、他のスペクトラムセンサーとの間で、無線ネットワークを容易に構築することができる。これにより、センシング情報などを効率的に共有できる。

【0060】

続いて、ネットワークについて詳細に説明する。まず、コグニティブコグニティブエンジン (C E) 1 が搭載された端末と、センシング情報プロセッサ (S I P) 2 が搭載され

50

たスペクトラムセンサー 5 との間で構築される無線ネットワークについて説明する。図 4～図 6 は、端末とスペクトラムセンサー 5 との接続状況の例を説明するための図である。

【0061】

図 4 は、ひとつの端末に複数のスペクトラムセンサー 5 a, 5 b, 5 c, 5 d からセンシング情報が直接入力されるモードを示す図である。図 4 に示されるモードは、いわゆるマルチプルセンシングモードである。具体的には、コグニティブエンジン 1 は、複数のセンサー 5 a, 5 b, 5 c, 5 d からセンシング情報を受取り、集約する。そして、コグニティブエンジン 1 は、受取ったセンシング情報を解析して、利用できるスペクトラム（周波数帯や時間帯）を分析する。このマルチプルセンシングモードは、従来と同様ではあるが、各センサーが SIP 2 を備えているため、コグニティブエンジン 1 に適したフォーマットで送信情報が送信される。このため、コグニティブエンジン 1 は、迅速にセンシング情報を集約することができ、その結果、センシング情報の変化が少ない期間に、各センサーに制御指令を送信することができる。また、コグニティブエンジン 1 は、センシング情報だけでなく、各センサーのさまざまな情報を集約して、比較することができる。

【0062】

図 5 は、センシングコントローラー（SC）3 が、利用するスペクトラムセンサー 5 を選択した場合のモードの一例を示す図である。図 5 に示されるモードは、コグニティブエンジン 1 が、選択したスペクトラムセンサーからセンシング情報を受取るモードであって、あるセンサーを使用しない場合を含むモードである。

【0063】

図 5 に示すモードを実現するために、事前に、センシングコントローラー（SC）3 は、複数のセンサー 5 a, 5 b, 5 c, 5 d から接続開始要求を受取り、接続開始要求に含まれる情報（センシング情報など）に基づいて、たとえば、各センサーのセンシング状況及び電力消費量を評価している。そして、その評価結果に応じて、センシングコントローラー（SC）3 は、たとえば、センサー 5 b を使用しない旨を決定するとともに、センシング情報を伝達する経路として、図 5 の矢印に示される経路でセンシング情報を提供するように決定する。

【0064】

その場合、そのような決定をした SC 3 は、各センサー 5 a, 5 b, 5 c, 5 d の SIP 2 a, 2 b, 2 c, 2 d に対し、センシングの要否、及びセンシング情報の経路に関する情報を含む制御指令を送信する。

【0065】

すると、図 5 に示すように、その制御指令を受けた SIP 2 a, 2 b, 2 c, 2 d のうち、SIP 2 a, 2 c, 2 d はセンシングを行い、一方で、SIP 2 b はセンシングをやめる。また、センシング情報は、制御指令に含まれる経路に関する情報に従って、SIP 2 d, 2 c, 2 a の順で、つまり、SIP 2 d, 2 c, 2 a という経路で、SC 3 まで伝達される。つまり、センシングコントローラー（SC）3 は、SIP 2 d のところで集約されたセンシング情報を受取る。

【0066】

上述したように制御することで、図 5 に示した例では、それぞれのセンサー 5 c, 5 d が個別に SC 3 へセンシング情報を直接提供しないようにしている。つまり、センシングコントローラー（SC）3 は、各センサーに制御指令を送信することで、センシング情報が、所定の時間順で、所定の経路に沿って SC 3 まで伝達されるように制御することができる。その結果、この SC 3 を含むコグニティブ無線通信システムでは、複数のセンサーによるセンシング作業を分担でき、しかも、全てのセンサーが個別に SC 3 に直接センシング情報を提供（伝送）しなくて良い。このため、センシング情報の伝送路長を軽減でき、結果として、電力消費量も軽減できる。また、図 5 に示すように、センシング情報を伝達する経路を 1 種類に定めることにより、経路の下流側のセンサーは、上流側のセンサーが集約したセンシング情報を受取ることとなる。これにより、SC 3 は、複数のセンサーからの多数のセンシング情報を一度に受信することがなくなり、その結果、通信障害など

が起こりにくくなる。

【0067】

図6は、センシングコントローラー（SC）3が、利用するスペクトラムセンサー5を選択した場合のモードの他の例を示す図である。図6に示されるモードは、コグニティブエンジン1が、選択したスペクトラムセンサーからセンシング情報を受取るモードであって、さらに、あるセンサーからもセンシング情報を受取る場合を含むモードである。

【0068】

図6では、従来のセンサーであるレガシーセンサー4aもコグニティブ無線通信領域（エリア）内に配置されている。レガシーセンサー4aは、上述したSIP2のようなプロセッサを有さないので、SC3からの指令に従って動作することができず、ひたすらセンシング情報をSC3へと送信する。図6において、矢印6は、レガシーセンサー4aからセンシング情報がSC3へ出力されることを示している。

【0069】

また、図6に示す例では、センサー5cがゲートウェイとして機能する。すなわち、センサー5d及び5bは、センシング情報をセンサー5cへ出力する（矢印8a、8b）。これらのセンサー5d及び5bは、センシング情報をSC3へ直接送信できないセンサーであってもよい。これにより、ゲートウェイとして機能するセンサー5cのSIP SIP 2cには、センシング情報が集約することになる。さらに、このセンサー5cは、センサー5d及び5bから入手したセンシング情報を自らのセンシング情報と合わせて、SC3へと出力する（矢印8c）。このようにして、センシングコントローラー（SC）3は、センサー5cから、局所的に集約されたセンシング情報と、ゲートウェイ自身のセンシング情報とを受取る。また、このセンサー5cは、必要に応じて、センシングコントローラー（SC）3からの制御指令をセンサー5d及び5bへ転送する。

【0070】

このように、本発明のコグニティブ無線通信システムでは、スペクトラムセンサー5同士がセンシング情報のやり取りを行うことができる。そして、このように、センシング情報をやり取りすることで、スペクトラムセンサー5間の協働的なセンシングが活性化される。特に、コグニティブ無線通信システムにおいてゲートウェイとなるスペクトラムセンサー5を設ける（設定する）ことによって、互いに近くにあるスペクトラムセンサー5同士でセンシング情報のやり取りを行うことができる。これにより、遠くにある基地局へのアップリンクに起因する情報の伝送量の増大を軽減できるとともに、各スペクトラムセンサー5の電力消費量を軽減できる。さらには、ゲートウェイとなるスペクトラムセンサー5が、センシング情報を集約したり、制御情報を転送したりする。つまり、ゲートウェイとなるスペクトラムセンサー5は、センシングコントローラー（SC）3の一部の機能を担っている。これにより、センシングコントローラー（SC）3と直接情報のやり取りをできないセンサーをも無線ネットワークに組み入れることができる。なお、ゲートウェイとなるスペクトラムセンサー5は、センシング情報を集約する機能だけを担ってもよいし、制御情報を転送する機能だけを担ってもよい。

【0071】

また、本発明のコグニティブ無線通信システムでは、上述したように、スペクトラムセンサー5とセンシングコントローラー（SC）3との間で協働させることが可能である。そして、スペクトラムセンサー5やセンシングコントローラー（SC）3に、各スペクトラムセンサー5を制御する各手段を上述したように設けることで、各スペクトラムセンサー5のタスクやセンシングの時間の制御が容易となる。これにより、コグニティブ無線通信システムにおけるセンシングの効率を高めることができる。

【0072】

ここで、図5に示した場合と図6に示した場合とで、センシング情報の集約の違いは、図6に示すセンサー5c（ゲートウェイ）が他のセンサーからのセンシング情報を個別に集約するのに対して、図5に示したセンサー5aは、他のセンサーが集約した情報を受取ることにある。前者は、センシング情報を集約するのに時間がかからないという点で有効

であり、後者は、あるセンサーが S C 3 から遠い場合（又は遠ざかるような移動をする場合）であってもコグニティブ無線通信が可能となる点で有効である。

【0073】

上述したように、本発明のコグニティブ無線通信システムでは、スペクトラムセンサー 5 に、センシング情報プロセッサ（S I P）2 を設け、コグニティブエンジン 1 にセンシングコントローラー（S C）3 を設けることで、それらが搭載された端末間で無線ネットワークを構築している。つまり、端末間には、インターフェイス 4 が存在していると云える（図 1 参照）。このようなインターフェイスには、3 種類が考えられる。すなわち、S C 3 と S I P 2 との間で通信を行うためのインターフェイス（S C－S インターフェイス）と、S C 3 同士間で通信を行うためのインターフェイス（S－S インターフェイス）と、S I P 2 同士間で通信を行うためのインターフェイス（S C－S C インターフェイス）とがある。

【0074】

そこで、このようなインターフェイスを端末に設けるインターフェイス装置として説明する。したがって、本発明のインターフェイス装置は、上述した構成要素と同等の機能又は一部の機能を有することとなる。なお、以下の説明は、上述した 3 種類のインターフェイスのうち、主に、S C－S インターフェイス用のインターフェイス装置についてのものであるが、S－S インターフェイス用のインターフェイス装置についても適用可能であるし、S C－S C インターフェイス用のインターフェイス装置についても適用可能である。

【0075】

本発明のインターフェイス装置は、上記のように、スペクトラムセンサー 5 同士がセンシング情報のやり取りを行い、かつセンシングコントローラー（S C）3 とスペクトラムセンサー 5 とが情報のやり取りを行うために用いられる。また、このインターフェイス装置は、コグニティブエンジン（C E）1 が複数配置されている場合、それらのセンシングコントローラー（S C）3 間で情報のやり取りを行うためにも用いることも可能である。

【0076】

本発明では、コグニティブエンジン（C E）1 の S C 3 とスペクトラムセンサー 5 のセンシング情報プロセッサ（S I P）2 との間で共通のインターフェイス（S C－S インターフェイス）が確立されている。そのために、S C 3 とセンシング情報プロセッサ（S I P）2 とは、それぞれ、以下のインターフェイス装置を有している。すなわち、各インターフェイス装置は、スペクトラムセンサー 5 の一部又はコグニティブエンジン（C E）1 の一部を構成するものである。そして、このインターフェイス装置は、ハードウェアにより実装されても良いし、ソフトウェアにより実装されても良いし、それらの組み合わせで実現されてもよい。

【0077】

具体的には、本発明の C E 1 及びスペクトラムセンサー 5 は、それぞれ、インターフェイス装置の構成要素として、入力部、出力部、制御部（S C 3，S I P 2）、演算部、及び記憶部を有しており、各構成要素は、バスなどで情報の授受を行うことができるようにされている。なお、上記構成要素に対応する機能がソフトウェアにより実装される場合は、その機能をハードウェアにより実現するための制御プログラムが記憶部のメインメモリに格納されている。そして、入力部から所定の情報が入力された場合、制御部は、上記メインメモリから制御プログラムを読み出して、適宜記憶部から情報を読み出し、演算部に対して各種演算を行うように指令を出す。このようにして、所定の演算処理を行うことができる。なお、インターフェイス装置の各部は、C E 1 が有する機能ブロック、又はスペクトラムセンサー 5 が有する機能ブロックに対応するものであってもよいし、それら機能ブロックとは別のものであってもよい。

【0078】

インターフェイス装置は、接続様式付加手段 4 1 を有する。接続様式付加手段 4 1 は、スペクトラムセンサー 5 の接続様式（コネクションタイプ又はセンシングモード）に関する情報を、当該インターフェイス装置から出力される情報に含ませる（載せる）ための手

段である。ここで、スペクトラムセンサー 5 の接続様式には、ポイントトゥーポイント、ピアトゥーピア、及びポイントトゥーマルチポイントなどがある。ポイントトゥーポイントは、あるセンシングコントローラー 3 が、あるひとつのスペクトラムセンサー 5 からセンシング情報を受取る接続形式である（たとえば、図 5 参照）。また、ポイントトゥーマルチポイントは、あるセンシングコントローラー 3 は、複数のスペクトラムセンサー 5 からセンシング情報を受取る接続形式である（たとえば、図 4 参照）。そして、ピアトゥーピアは、スペクトラムセンサー 5 間でセンシング情報を送信又は受信する接続形式である（たとえば、後述する図 8 参照）。なお、図 6 に示した例では、コグニティブエンジン 1 とゲートウェイとして機能するスペクトラムセンサー 5 c との間の接続形式がポイントトゥーポイントである。また、ポイントトゥーポイントには、図 6 におけるコグニティブエンジン 1 とレガシーセンサー 4 a との間の接続形式も含まれるとしてもよい。

10

【0079】

ここで、インターフェイス装置から出力される情報としては、センシングコントローラー（SC）3 から、スペクトラムセンサー 5 のセンシング情報プロセッサ（SIP）2 へ送信する制御指令や、SIP 2 から SC 3 へ送信される、センシング情報を含む送信情報などが考えられる。しかし、SIP 2 は、基本的には、SC 3 からの制御指令に応じて動作をするので、接続様式付加手段 4 1 は、SC 3 側のインターフェイス装置に設けられることが好ましい。この場合、接続様式に関する情報は、制御情報に含まれることになる。

【0080】

本発明のインターフェイス装置は、上記の構成を採用するので、接続様式付加手段 4 1 が、センシングコントローラー（SC）3 から送信される情報に、スペクトラムセンサー 5 の接続様式（通信方式）に関する情報を送信情報に含ませる。次に、スペクトラムセンサー 5 のセンシング情報プロセッサ（SIP）2 が、スペクトラムセンサー 5 の接続様式に関する情報が付加された送信情報を読み出す。そして、スペクトラムセンサー 5 は、読み出したスペクトラムセンサーの接続様式に関する情報を解読する。その後、スペクトラムセンサー 5 は、センシングコントローラー 3 が決定した相手にセンシング情報を送信する。

20

【0081】

以下、さらに、インターフェイス装置に含まれると好ましい機能ブロックについて説明する。ただし、機能ブロックによっては、センシングコントローラー（SC）3 側のインターフェイス装置に設けられることが好ましい場合と、スペクトラムセンサー 5 側のインターフェイス装置に設けられることが好ましい場合とがあり、また、場合によっては、双方に設けた方が好ましい場合もある。各場合については、適宜判断される。図 7 は、本発明のインターフェイス装置の構成を例示する図であり、図 7（a）は、センシングコントローラー（SC）3 側のインターフェイス装置の構成の一例を示す図であり、図 7（b）は、スペクトラムセンサー 5 側のインターフェイス装置の構成の一例を示す図である。

30

【0082】

本発明のインターフェイス装置の好ましい態様は、リンク状態付加手段 4 2 をさらに含む。リンク状態付加手段 4 2 は、出力される情報に、リンク状態についての情報を付加するための手段である。リンク状態についての情報は、（a）センシングコントローラー（SC）3 とスペクトラムセンサー 5 とが、はじめて接続されるモード（初期化）にあるという旨の情報、（b）センシングコントローラー 3 がスペクトラムセンサー 5 に制御情報を送信するモードにあるという旨の情報、または、（c）センシングコントローラー 3 とスペクトラムセンサー 5 とが、センシング情報を交換するモードにあるという旨の情報を含む。これにより、このインターフェイス装置を含むコグニティブ無線通信システムは、リンク状態を把握して適切な制御を行うことができる。リンク状態付加手段 4 2 は、SC 3 が複数のセンサーを管理する場合には、SC 3 側のインターフェイス装置に設けられることが好ましい。しかし、ピアトゥーピア（センサートゥーセンサー）を可能にするためには、スペクトラムセンサー 5 側のインターフェイス装置にもリンク状態付加手段 4 2 を設けることが好ましい。

40

50

【0083】

本発明のインターフェイス装置の好ましい態様は、リンクの質付加手段43をさらに含む。リンクの質付加手段43は、出力される情報に、リンクの質についての情報を付加するための手段である。リンクの質とは、たとえば、あるセンシングコントローラ3とあるスペクトラムセンサー5とのリンクの質である。ここで、リンクの質についての情報は、通常、SC3側のインターフェイス装置にリンク状態付加手段42が設けられている場合であって、SC3とスペクトラムセンサー5との接続が開始される際にSC3によって評価されるものであるため、リンクの質についての情報は、SC3とスペクトラムセンサー5との接続開始後に得られる。このために、リンクの質についての情報には、未評価であることについての情報をも含んでも良い。このリンクの質についての情報を用いることで、このインターフェイス装置を含む端末は、そのリンクが妥当かどうかを判断できる。また、センシングコントローラ3は、複数のスペクトラムセンサー5とのリンクの質に関する情報を集約した場合、集約した情報を用いて適切なスペクトラムセンサー5を選択できる。

10

【0084】

本発明のインターフェイス装置の好ましい態様は、インターフェイス識別情報付加手段44をさらに含む。インターフェイス識別情報付加手段44は、出力される情報に、インターフェイスの識別情報を付加するための手段である。すなわち、インターフェイスにもいくつかの種類がある場合がある。よって、インターフェイス識別情報付加手段44を有する端末は、どの方式のインターフェイスであるかを判断できる。なお、このインターフェイス識別情報については、全ての種類のインターフェイスにおいて共通のものとするのが好ましい。これにより、インターフェイスが扱うことができる形式にデータを変換する必要をなくすることができる。又は、インターフェイス識別情報付加手段44を含む端末が、コグニティブ無線通信領域内において、アクティブなインターフェイスに対して固有のIDを設定してもよい。これにより、全てのインターフェイスを個別に管理することができる。さらには、全てのインターフェイス装置がインターフェイス識別情報付加手段44を有していてもよい。この場合、インターフェイス装置から出力されるルーティングプロトコルパケットに含まれるソースIDをインターフェイスの識別情報として用いることができる。

20

【0085】

本発明のインターフェイス装置の好ましい態様は、スペクトラムセンサー識別情報付加手段45をさらに含む。スペクトラムセンサー識別情報付加手段45は、出力される情報に、スペクトラムセンサー5の識別情報を付加するための手段である。したがって、スペクトラムセンサー5側のインターフェイス装置にスペクトラムセンサー識別情報付加手段45を設けることが好ましい(図7(b)参照)。この態様のインターフェイス装置では、たとえば、全てのスペクトラムセンサーの各々に固有の識別情報(センサーID)がある。このスペクトラムセンサー5の識別情報が付加されるため、SC3(センサー判断部25)が搭載された端末では、スペクトルセンサー5の個性や特性を把握できる。スペクトラムセンサー5の識別情報は、無線ネットワーク上で重要なセンサー(たとえば、ゲートウェイとして機能するセンサー)を特定するための情報であってもよい。このような情報は、上記ルーティングプロトコルパケットに付加情報として容易に付加することができる。これにより、接続形式に応じてどのように機能するセンサーであるのかを容易に特定することができる。なお、スペクトラムセンサー識別情報付加手段45をSC3側のインターフェイス装置に設けてもよい(図7(a)参照)。この場合、SC3は、複数のスペクトラムセンサーの識別情報を集約した後で、あるスペクトラムセンサーを介して他のスペクトラムセンサーに制御指令を送る際に、当該他のスペクトラムセンサーを特定する情報を付加することができることになる。

30

40

【0086】

本発明のインターフェイス装置の好ましい態様は、電力状況付加手段46をさらに含む。電力状況付加手段46は、出力される情報に、電力状況に関する情報を付加するための

50

電力状況付加手段をさらに含む。たとえば、スペクトラムセンサー識別情報付加手段４５及び電力状況付加手段４６の双方が設けられている場合、スペクトラムセンサー５の識別情報（センサーＩＤ）とともにその電力状況（消費量や残量）に関する情報を把握できるので、この情報を受取ったセンシングコントローラー（ＳＣ）３は、使用するセンサー５を適切に選択できる。なお、スペクトラムセンサー識別情報付加手段４５が設けられていないインターフェイス装置に、電力状況付加手段４６を設けてもよい。この場合、電力状況付加手段４６は、電力状況に関する情報として、電力の残量に関する情報のみを付加するように構成してもよい。これにより、この情報を受取ったセンシングコントローラー（ＳＣ）３は、電力の残量が少ないセンサー５を使用しないように選択できる。

【００８７】

10

本発明のインターフェイス装置の好ましい態様は、スペクトラムセンサーエリアコード付加手段４７をさらに含む。スペクトラムセンサーエリアコード付加手段４７は、出力される情報に、スペクトラムセンサー５のエリアコードを付加するための手段である。ここで、スペクトラムセンサーエリアコードは、コグニティブ無線通信領域内の位置を特定するための情報（たとえば、基地局からの距離と方角を示す情報）であってもよいし、コグニティブ無線通信領域とは無関係の地理的な情報（たとえば、ＧＰＳによって定まる位置情報）であってもよい。このようにエリアコードを付加できるので、適切にエリアを把握することができ、そのエリアに即したコグニティブ無線通信を達成できる。

【００８８】

20

本発明のインターフェイス装置の好ましい態様は、スペクトラムセンサーの質付加手段４８をさらに含む。スペクトラムセンサーの質付加手段４８は、出力される情報に、スペクトラムセンサー５の質に関する情報を付加するための手段である。スペクトラムセンサー５の質に関する情報は、たとえば、良い、悪い、又は未評価というように表される。そして、この情報を受取ったセンシングコントローラー（ＳＣ）３は、スペクトラムセンサー５の質に応じて、使用するセンサー５を適切に選択できることとなる。

【００８９】

30

本発明のインターフェイス装置の好ましい態様は、コスト付加手段４９をさらに含む。コスト付加手段４９は、出力される情報に、あるインターフェイスを介して情報を送信した場合のコストに関する情報を付加するための手段である。コストに関する情報は、たとえば、スペクトラムセンサー５がセンシングコントローラー（ＳＣ）３に送信したときのコストの総額を示すものであってもよいし、他のセンシングコントローラー（ＳＣ）３に送信したときと比較したときにおけるコストがかかる順序を示すものであってもよい。さらに、このコストに関する情報には、スペクトラムセンサー５が、あるセンシングコントローラー３へセンシング情報を提供した場合の消費電力に関する情報や、使用する周波数帯に関する情報が含まれていても良い。なお、コストに関する情報は、コグニティブエンジン１とスペクトラムセンサー５との間の距離によって変えることが好ましい。そして、この情報を受取ったコグニティブエンジン１は、スペクトラムセンサー５から受取ったコストに関する情報に従って、使用するセンサー５を適切に選択することとなる。

【００９０】

40

本発明のインターフェイス装置の好ましい態様は、センシング情報付加手段５０をさらに含む。センシング情報付加手段５０は、出力される情報に、センシング情報を付加するための手段である。したがって、このセンシング情報付加手段５０は、少なくとも、スペクトラムセンサー５側のインターフェイス装置に設ける必要がある。なお、上記した各種情報は、あるフレームのペイロードに含まれるようにしてもよい。そして、上記のいずれか又は２つ以上の情報を含むようなペイロード形式を設計し、そのフォーマットにしたがって、情報の授受を行うことが好ましい。

【００９１】

50

本発明のインターフェイス装置の好ましい態様は、エンジン優先順位情報付加手段５１をさらに含む。エンジン優先順位情報付加手段５１は、出力される情報に、コグニティブエンジン１の優先順位に関する情報を付加するための手段である。この優先順位に関する

情報は、コグニティブ無線通信領域内に配置されている複数のコグニティブエンジンのうち、スペクトラムセンサー5がどのコグニティブエンジンと優先的に通信を行うのかを示す情報であり、たとえば、数字で表される。なお、各コグニティブエンジン1は、送信先であるスペクトラムセンサー5に関する情報や、状況（リンクの状況、電力状況、コスト、距離など）によって優先順位を変えてもよい。ここで、優先順位は、複数のコグニティブエンジン1が、事前に、SC-SCインターフェイスを介して互いに通信を行うことで決められることが好ましい。そして、この情報を受取ったスペクトラムセンサー5は、優先順位に関する情報に従って、複数のコグニティブエンジン1の中から最初にインターフェイスを確立するコグニティブエンジンを決めることとなる。

【0092】

本発明のインターフェイス装置の好ましい態様は、センサー優先順位情報付加手段52をさらに含む。センサー優先順位情報付加手段52は、出力される情報に、スペクトラムセンサー5の優先順位に関する情報を付加するための手段である。この優先順位に関する情報は、コグニティブ無線通信領域内に配置されている複数のスペクトラムセンサーのうち、どのスペクトラムセンサーが他のクライアント（SC3又は他のセンサー）と優先的に通信を行うのかを示す情報であり、たとえば、数字で表される。なお、各スペクトラムセンサー5は、送信先であるクライアントに関する情報や、状況（リンクの状況、電力状況、コスト、距離など）によって優先順位を変えてもよい。ここで、優先順位は、複数のスペクトラムセンサー5が、事前に、S-Sインターフェイスを介して互いに通信を行うことで決められることが好ましい。そして、この情報を受取ったクライアントは、優先順位に関する情報に従って、複数のスペクトラムセンサーの中から最初にインターフェイスを確立するスペクトラムセンサー5を決めることとなる。

【0093】

なお、SC3側に設けられるインターフェイス装置と、スペクトラムセンサー5側に設けられるインターフェイス装置とは、同じものであってもよいし、異なるものであってもよい。各インターフェイス装置には、必要に応じた機能ブロックが設けられる。ところで、スペクトラムセンサー5側に設けられるインターフェイス装置が、SC3側に設けられるインターフェイス装置と同じ場合、スペクトラムセンサー5のSIP2は、SC3と同等の機能を有することとなる。このようなスペクトラムセンサー5は、ゲートウェイとして機能させるセンサーとして最適である。

【実施例】

【0094】

次に、本発明のコグニティブ無線通信システムの評価について説明する。図8～図11は、接続形式の概念を示す図である。なお、図8～図11においては、1又は2つの端末（たとえば携帯端末）と、最大でも2つのスペクトラムセンサー5のみを描画している。しかしながら、これらに示される概念は多数の端末及びスペクトラムセンサー5を用いる場合にまで応用することができる。

【0095】

図8は、ピアトゥーピアセンシングの例を示す図である。図9は、協調センシングの例を示す図である。図10は、協働センシングの例を示す図である。図11は、ゲートウェイアシスト型センシングの例を示す図である。

【0096】

図8に示されるピアトゥーピアセンシングでは、センシング情報を、2つの端末の間で、つまりピアトゥーピア（P2P）で伝達する。この例では、それぞれの端末が、コグニティブエンジン1とスペクトラムセンサー5とを含んでおり、互いのインターフェイスは共通するものである。ここで、各端末が有するスペクトラムセンサー5は、他の端末がピアトゥーピアセンシングを行うことが可能なものであるかどうかを判断できるように構成されている。このようにピアトゥーピアで通信を行う場合、2つの端末は、互いに近接していることが好ましい。これにより、他の基地局などを介することなく、確実に2つの端末の間で通信が行われる。また、そのため、電力消費を抑制することができる。

【0097】

図9に示される協調センシングでは、たとえば2つのセンサー5a、5bがセンシング情報を協調してコグニティブ無線に転送する。協調センシングでは、端末がコモンインターフェイスを通じてすべてのセンサーから独立的にセンシング情報を取得し、それらを集約して信頼性のあるセンシング情報を生成する。このため、センサーの構成を簡略化することができる。

【0098】

図10に示される協働センシングでは、2つ（またはそれ以上）のセンサー5a、5bが協調して、携帯端末のコグニティブエンジン（CE）1にセンシング情報を提供する。状況に応じて、CE1は、たとえばセンサー5aに対して、センサー5aがそのセンサー5自体のセンシング情報を提供するように命令するだけでなく、その周りのセンサー5bと交流して情報（データ）を交換するよう命令する。これらの命令を受けたセンサー5aは、周りのセンサー5bと情報交換によって少なくとも当該センサー5bのセンシング情報を取得する。そして、そのセンサー5aは、自身に関する情報（センシング情報を含む）と周囲のセンサー5bのセンシング情報とを一緒にしてCE1に送信する。このようにすることで、携帯端末は、複数のセンサー5からの情報を効率的に集約することができる。

【0099】

図11に示されるゲートウェイアシスト型センシングでは、端末は、2つ（またはそれ以上）のセンサー5a、5bのうち、センサー5bをゲートウェイとして機能させるように選択する。これにより、センサー5bは、センサー5aからセンシング情報を受取った後に、受取ったセンシング情報を自身のセンシング情報とともに、端末へ送信する。このようにすることで、端末とセンサー5aとが情報のやり取りをできない場合であっても、端末は、センサー5bを介して、情報のやり取りを行うことができるようになる。

【0100】

次に、数値解析を用いて各センシングスキームの性能（パフォーマンス）を評価した。具体的には、図9に示したような協調センシング時の性能を評価するとともに、図10に示したような協調センシング時の性能を評価し、さらに、ゲートウェイアシスト型センシング時の性能を評価した。これらの評価結果を、グラフとして、図10～図12に示す。

【0101】

なお、性能の評価については、以下のように行った。

【0102】

まず、図9や図10に示したような、センサー5aおよびセンサー5bの2つのセンサーは、レイリーセンシングチャンネルにある任意のプライマリ信号を独立的に観察すると想定した。この場合、得られたプライマリ信号は、四位相偏移変調（QPSK：quadrature phase-shift keying）で変調されることとなる。一方で、各センサーでは、互いに独立でかつ同一の分布となる加算性ホワイトガウスノイズが発生している。そして、このノイズは、変調後のプライマリ信号に追加され、その結果、センシングチャンネルで重畳されることとなる。

【0103】

続いて、2つのチャンネルパスは、無相関であると仮定した。この場合、センシング情報をコグニティブ無線通信端末に送信するセンサーに関しては、2つのチャンネル条件が考えられる。これは、センサーとコグニティブ無線通信端末との間には、センシングチャンネルとして、第1のチャンネルと第2のチャンネルが配置されているからである。

【0104】

ここで、上記第1のチャンネルは、ユーザーチャンネル（パーフェクトユーザーチャンネル）であり、ベースライン性能を発揮するために利用可能なチャンネルである。上記第2のチャンネルは、独立型のレイリーフェージングチャンネルである。なお、ゲートウェイを使ったセンシングの場合（たとえば図6、図11参照）及び協調センシングの場合（たとえば図9参照）では、あるセンサーから他のセンサーへのチャンネルもレイリーフェ

10

20

30

40

50

ージングチャンネルになる。

【0105】

そして、オンオフ変調（OOK：on-off keying）の信号を用いて、センサーによる局所的な検出値を示すバイナリー情報を伝達した。続いて、MAP基準を採用することで、これらのバイナリー情報を、コグニティブ無線通信端末で又は周辺のセンサーから抽出した。このようにMAP基準を採用すれば、エラーの確率を最小に抑えることが可能となる。

【0106】

センサーを用いて、センシング期間ごとに、受信された信号から1000件のサンプルを得ることで、検定統計量を得た。なお、この数は、検定統計量のガウスモデルを概算するには妥当である。そして、モンテカルロシミュレーションを事例ごとに10,000回行うことで、シナリオごとに、センサーの性能を示す曲線（カーブ）を得た。得られた曲線は、図12～図14に示したとおりである。図12～図14において、縦軸に示す誤検出の確率に関して、検出要求として妥当な値は、0.1である。

【0107】

図12の評価結果について説明する。図12は、誤検出の確率とセンシングチャンネルのSNR（信号対ノイズ比）との関係を示す第1のグラフである。図10においては、センシングチャンネルのSNRとして、協調センシング時のパーフェクトユーザーチャンネル条件下に関するSNRと、協調センシング時のレイリーユーザーチャンネル条件下に関するSNRとが主にプロットされている。そして、図12において、四角形のマーカーで示したものは、シングルセンサーに関するものであり、このシングルセンサーは、全てに對して比較対象となるパワー性能を有しており、本実施例では、参考例に相当する。

【0108】

一方、図12において、逆三角形のマーカーで示したものは、ハード合成を行ったときの協調センシングを示している。ハード合成とは、端末及びセンサー間でハードウェア構成を調整することにより、情報交換を行うことができるようにしたものである。この協調センシングでは、上記参考例（パーフェクトユーザーチャンネル）に比べて、誤検出の確率が0.1のとき、約3dBの性能向上を示すことが分かった。また、この協調センシングでは、パワースプリットが原因で、低いSNRにおいて上記参考例よりも性能（パフォーマンス）が落ちることが分かった。ただし、この性能の下落は、マルチセンサーを使うすべてのスキームにおいて起こる現象である。

【0109】

また、図12において、円形のマーカーで示したものは、SC3を用いた等利得合成（EGC：イコールゲインコンバイニング）を伴う協調センシングのスキームであり、また、ダイヤモンド形のマーカーで示したものは、最大比合成（MRC：マキシマムレイトコンバイニング）を伴う協調センシングのスキームである。これらは、それぞれ、上記参考例（パーフェクトユーザーチャンネル）に比べて、誤検出の確率が0.1のとき、約4dB及び5dBの性能向上を示すことが分かった。したがって、協調センシングの場合、EGCやMRCを伴った方がハード合成よりも性能向上を示すことが分かった。

【0110】

図13の評価結果について説明する。図13は、誤検出の確率とセンシングチャンネルのSNR（信号対ノイズ比）との関係を示す第2のグラフであり、図12とは別の例が示されている。図13においては、センシングチャンネルのSNRとして、協調センシング時のレイリーユーザーチャンネル条件下に関するSNRと、協調センシング時のレイリーユーザーチャンネル条件下に関するSNRとが主にプロットされており、重要な部分が拡大表示されている。

【0111】

図13を用いることで、レイリーフェージングユーザーチャンネルのセンシングチャンネルのSNRについて、協調センシングの場合と、協調センシングとを比較できる。なお、図13において、正方形のマーカーと実線とで示した最初のカーブは、レイリーフェー

10

20

30

40

50

ジングユーザーチャンネルを伴ったシングルセンサーのシナリオに関するものであり、本実施例では、参考例に相当する。

【0112】

図13において、三角形のマーカーで示したものは、HCを行ったときの協調センシングであり、この協調センシングでは、誤検出の確率が0.1のとき、パーフェクトユーザーチャンネルを伴う協調センシング（逆三角形のマーカー）と比較して、1dBだけ劣化するにとどまり、ユーザーチャンネル障害に強いことが伺えた。ダイヤモンド形のマーカーで示したプロットは、協働センシングを利用したものを示しており、この場合、誤検出の確率が0.1のとき、協調センシングと比較して1dBの向上を実現できた。図13に関して、協働センシングは、高いSNR以外（5dB未満）では、パーフェクトユーザーチャンネルを伴った協調センシングと互角の性能を実現していることが判明した。

10

【0113】

図14は、誤検出の確率と、センシングチャンネルのSNRとの関係を示す第3のグラフであり、図12及び図13とは別の例が示されている。図14において、四角形のマーカーで示したものは、レイリーユーザーチャンネルを伴ったシングルセンサーのシナリオに関するものであり、本実施例では、参考例に相当する。

【0114】

図14において、円形のマーカーで示したものは、ゲートウェイアシスト型センシング時のセンシングチャンネルのSNRをプロットしたもので、つまりセンシング性能を示している。このスキームは、協調センシングの場合のようにセンサーからセンサーへ（センサートウセンサー）のレイリーフェージングチャンネルを想定したものである。この場合、レイリーユーザーチャンネルを伴ったシングルセンサー（四角形のマーカーで示したものの）と比較して、誤検出の確率が0.1のとき、約5dBの性能向上が認められた。これにより、マルチプルセンシング時に正常なユーザーチャンネルが1つのみ存在する場合、ゲートウェイアシスト型センシングを利用すれば、性能向上を図ることができることが分かった。

20

【産業上の利用可能性】

【0115】

本発明は、コグニティブ無線通信及びコグニティブ無線ネットワークの分野で好適に利用されうる。

30

【図面の簡単な説明】

【0116】

【図1】図1は、本発明のコグニティブ無線通信システムの概略を説明するためのブロック図である。

【図2】図2は、センシングコントローラー（SC）3の機能ブロック図である。

【図3】図3は、スペクトラムセンサー5の機能ブロック図である。

【図4】図4は、ひとつの端末に複数のスペクトラムセンサー5a、5b、5c、5dからのセンシング情報が直接出力されるモード（マルチプルセンシングモード）を示す図である。

【図5】図5は、センシングコントローラー（SC）3が、利用するスペクトラムセンサーを選択した場合のモードの一例を示す図である。

40

【図6】図6は、センシングコントローラー（SC）3が、利用するスペクトラムセンサーを選択した場合のモードの他の例を示す図である。

【図7】図7は、本発明のインターフェイス装置の構成を例示する図であり、図7（a）は、センシングコントローラー（SC）3側のインターフェイス装置の構成の一例を示す図であり、図7（b）は、スペクトラムセンサー5側のインターフェイス装置の構成の一例を示す図である。

【図8】図8は、ピアトウピアセンシングの例を示す図である。

【図9】図9は、協調センシングの例を示す図である。

【図10】図10は、協働センシングの例を示す図である。

50

【図 1 1】図 1 1 は、ゲートウェイアシスト型センシングの例を示す図である。

【図 1 2】図 1 2 は、誤検出の確率と、センシングチャンネルの S N R との関係を示す第 1 のグラフである。

【図 1 3】図 1 3 は、誤検出の確率と、センシングチャンネルの S N R との関係を示す第 2 のグラフである。

【図 1 4】図 1 4 は、誤検出の確率と、センシングチャンネルの S N R との関係を示す第 3 のグラフである。

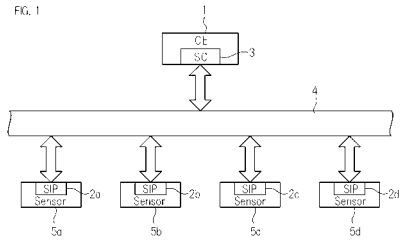
【符号の説明】

【0 1 1 7】

- | | | |
|-----------------------|----------------------|----|
| 1 | コグニティブエンジン (C E) | 10 |
| 2, 2 a, 2 b, 2 c, 2 d | センシング情報プロセッサ (S I P) | |
| 3 | センシングコントローラー (S C) | |
| 4 | インターフェイス | |
| 4 a | レガシーセンサー | |
| 5, 5 a, 5 b, 5 c, 5 d | スペクトラムセンサー | |
| 7 | 入力部 | |
| 9 | センサー制御部 | |
| 1 1 | 出力部 | |
| 1 3 | センサー決定ブロック | |
| 1 7 | 制御指令ブロック | 20 |
| 1 9 | 品質評価ブロック | |
| 2 5 | センサー判断ブロック | |
| 2 7 | センサー電力調整ブロック | |
| 2 9 a | 第 1 の情報フィルタリングブロック | |
| 2 9 b | 第 2 の情報フィルタリングブロック | |
| 3 1 | 記憶ユニット | |
| 3 2 | センシングユニット | |
| 3 3 | コミュニケーションユニット | |
| 3 4 | 電源ユニット | |
| 3 6 | 第 1 のセンシング情報変換部 | 30 |
| 3 7 | 第 2 のセンシング情報変換部 | |
| 3 8 | 送信先決定部 | |
| 3 9 | デコーダ | |
| 4 1 | 接続様式付加手段 | |
| 4 2 | リンク状態付加手段 | |
| 4 3 | リンクの質付加手段 | |
| 4 4 | インターフェイス識別情報付加手段 | |
| 4 5 | スペクトラムセンサー識別情報付加手段 | |
| 4 6 | 電力状況付加手段 | |
| 4 7 | スペクトラムセンサーエリアコード付加手段 | 40 |
| 4 8 | スペクトラムセンサーの質付加手段 | |
| 4 9 | コスト付加手段 | |
| 5 0 | センシング情報付加手段 | |
| 5 1 | エンジン優先順位情報付加手段 | |
| 5 2 | センサー優先順位情報付加手段 | |

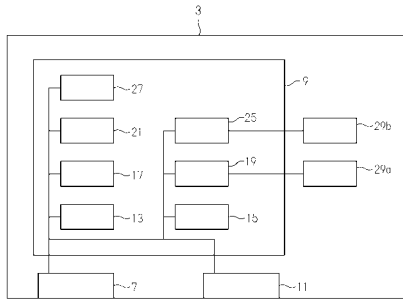
【図 1】

FIG. 1



【図 2】

FIG. 2



【図 3】

FIG. 3

FIG. 3(a)

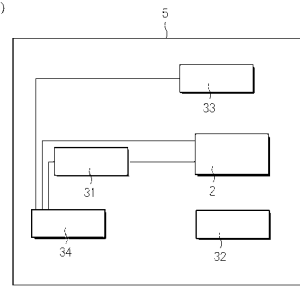
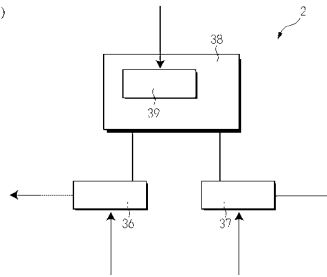
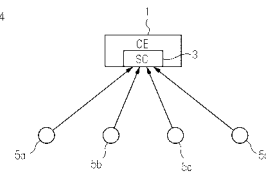


FIG. 3(b)



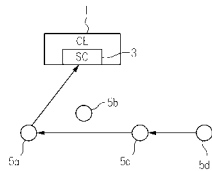
【図 4】

FIG. 4



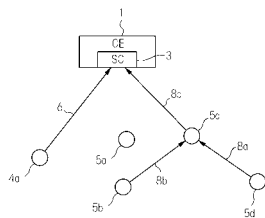
【図 5】

FIG. 5



【図 6】

FIG. 6



【図 7】

FIG. 7

FIG. 7(a)

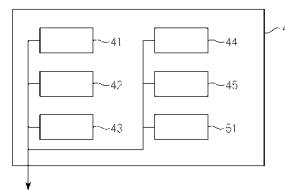
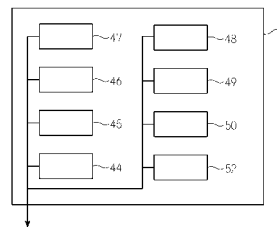
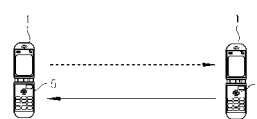


FIG. 7(b)



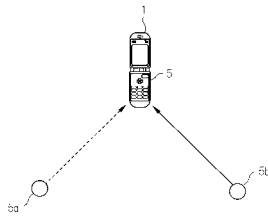
【図 8】

FIG. 8



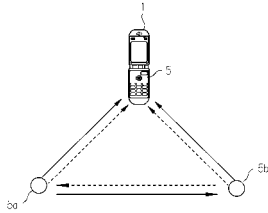
【図 9】

FIG. 9



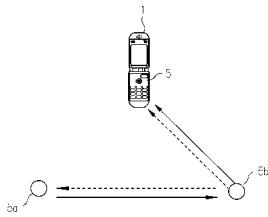
【図 10】

FIG. 10



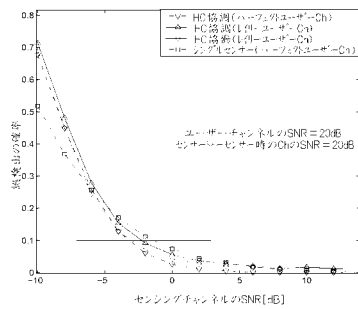
【図 11】

FIG. 11



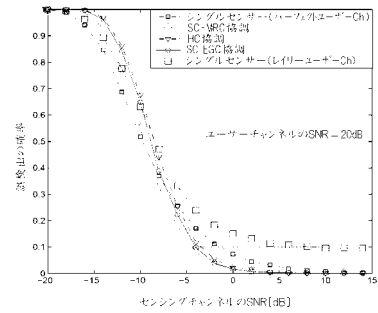
【図 13】

FIG. 13



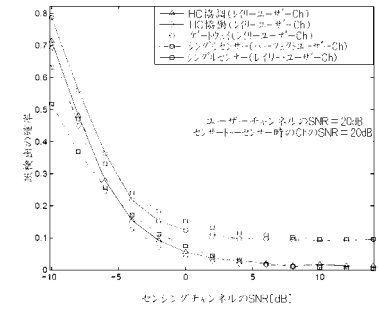
【図 12】

FIG. 12



【図 14】

FIG. 14



フロントページの続き

(72)発明者 原田 博司

東京都小金井市貫井北町４－２－１ 独立行政法人情報通信研究機構内

Fターム(参考) 5K067 AA13 AA43 BB04 BB21 BB27 DD43 EE04 EE06 EE10 EE12
EE25 GG08