

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2004-513575
(P2004-513575A)

(43) 公表日 平成16年4月30日(2004.4.30)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
H04N 7/01	H04N 7/01	5C063
H03M 7/36	H03M 7/36	5J064

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 35 頁)

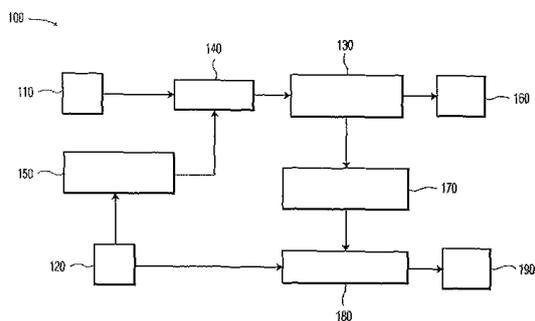
<p>(21) 出願番号 特願2002-540453 (P2002-540453)</p> <p>(86) (22) 出願日 平成13年10月30日 (2001.10.30)</p> <p>(85) 翻訳文提出日 平成14年7月5日 (2002.7.5)</p> <p>(86) 国際出願番号 PCT/EP2001/012717</p> <p>(87) 国際公開番号 W02002/037846</p> <p>(87) 国際公開日 平成14年5月10日 (2002.5.10)</p> <p>(31) 優先権主張番号 09/706, 671</p> <p>(32) 優先日 平成12年11月6日 (2000.11.6)</p> <p>(33) 優先権主張国 米国 (US)</p> <p>(81) 指定国 EP (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), CN, JP, KR</p>	<p>(71) 出願人 590000248 コーニンクレッカ フィリップス エレクトロニクス エヌ ヴィ Koninklijke Philips Electronics N. V. オランダ国 5621 ペーアー アインドーフェン フルーネヴァウツウェeg 1 Groenewoudseweg 1, 5621 BA Eindhoven, The Netherlands</p> <p>(74) 代理人 100070150 弁理士 伊東 忠彦</p> <p>(74) 代理人 100091214 弁理士 大貫 進介</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ビデオ・スキャン・レート変換用動き補償アップコンバージョン

(57) 【要約】

動きベクトルを用いて挿入フィールドを生成するために動き補償を利用する種類のビデオ画像アップコンバージョン・ユニットにおいて用いられる改善された動き補償方法が開示される。この方法は、前のフレームの対応する隣接ピクセルの値と生成されたフィールドの原因となった隣接ピクセルの値とから第一の補正値を計算する。この第一の補正値は、第一の閾値と比較される。第一の補正値が第一の閾値より小さい場合、生成されたフィールド内で生成されるピクセル値は、前のフレームの対応するピクセルの値と等しくなるように設定される。本方法は、更に、次のフィールドの対応する隣接ピクセルの値と生成されたフィールドの原因となった隣接ピクセルの値とから第二の補正値を計算する。第二の補正値は、第二の閾値と比較される。第二の補正値が第二の閾値より小さい場合、生成されたフィールド内で生成されるピクセル値は、次のフィールドの対応するピクセルの値と等しくなるように設定される。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

動き補償方法であって、
生成された画像の原因隣接ピクセルの値と前の画像及び / 又は次の画像の対応する隣接ピクセルの値とから相関値を計算する工程と、
前記相関値を閾値と比較する工程と、
前記相関値が前記閾値より小さい場合、前記生成された画像内に作成されるピクセル値を前記前の画像又は次の画像の対応するピクセルの値に等しく設定する工程と、を有することを特徴とする方法。

【請求項 2】

請求項 1 記載の方法であって、
前述の生成された画像の原因隣接ピクセルの値と前の画像及び / 又は次の画像の対応する隣接ピクセルの値とから相関値を計算する工程は、
前記生成された画像の各原因隣接ピクセルの値と前記前の画像の各対応する隣接ピクセルの値との差の絶対値を加算する工程を有することを特徴とする方法。

【請求項 3】

請求項 1 記載の方法であって、
前記閾値は、前記相関値を計算するのに用いられる原因隣接ピクセルの数の 10 倍に等しい値を有することを特徴とする方法。

【請求項 4】

請求項 1 記載の方法であって、
生成された画像の原因隣接ピクセルの値と前の画像の対応する隣接ピクセルの値とから第一の相関値を計算する工程と、
前記生成された画像の原因隣接ピクセルの値と次の画像の対応する隣接ピクセルの値とから第二の相関値を計算する工程と、
前記第一の相関値を第一の閾値と比較する工程と、
前記第一の相関値が前記第一の閾値より小さい場合に、前記生成された画像内に作成されるピクセルの値を前記前の画像の対応するピクセルの値に等しく設定する工程と、
前記第二の相関値を第二の閾値と比較する工程と、
前記第二の相関値が前記第二の閾値より小さい場合に、前記生成された画像内に作成されるピクセルの値を前記前の画像の対応するピクセルの値に等しく設定する工程と、を更に有することを特徴とする方法。

【請求項 5】

請求項 4 記載の方法であって、
前記第一の閾値は、前記第一の相関値を計算するのに用いられた原因隣接ピクセルの数の 10 倍に等しい値を有することを特徴とする方法。

【請求項 6】

請求項 4 記載の方法であって、
前記第二の閾値は、前記第二の相関値を計算するのに用いられた原因隣接ピクセルの数の 10 倍に等しい値を有することを特徴とする方法。

【請求項 7】

動き補償装置であって、
生成された画像の原因隣接ピクセルの値と前の画像及び / 又は次の画像の対応する隣接ピクセルの値とから相関値を計算する手段と、
前記相関値を閾値と比較する手段と、
前記相関値が前記閾値より小さい場合、前記生成された画像内に作成されるピクセル値を前記前の画像又は次の画像の対応するピクセルの値に等しく設定する手段と、を有することを特徴とする装置。

【請求項 8】

動きベクトルを用いて挿入される画像を生成するビデオ・アップコンバージョン・ユニッ

10

20

30

40

50

トであって、

請求項 7 記載の動き補償装置を備えたことを特徴とするビデオ・アップコンバージョン・ユニット。

【請求項 9】

請求項 8 記載のビデオ・アップコンバージョン・ユニットを備えたことを特徴とするプログレッシブ/インターレース変換器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

(発明の属する技術分野)

本発明は、動きベクトルを用いて挿入ビデオ・フィールドを生成するために動き補償を用いる種類のビデオ画像アップコンバージョン・ユニットにおける動き補償アップコンバージョン方法に関する。

10

【0002】

(発明の背景)

動いているビデオ画像は、フレーム又はピクチャのシーケンスとして、ビデオ送信器によって送信される。各フレーム又はピクチャは、個別にコード化され得るが、ビデオ・レートで連続的に表示される。各ビデオ・フレームは、2つのビデオ・フィールド：奇数ビデオ・フィールド及び偶数ビデオ・フィールド、から成る。具体的には、文字「A」で示される一フレームは、文字「A_o」で示される奇数フィールドと、文字「A_e」で示される偶数フィールドとから成る。

20

【0003】

ビデオ・シーケンスを取り込むとき又は記録するとき、フレーム又はフィールドごとに取り込まれ得る。一ビデオ・フレームの奇数フィールド及び偶数フィールド双方が同時に取り込まれると、そのピクチャは「プログレッシブ」ピクチャと呼ばれる。奇数フィールド及び偶数フィールドは、一般的に、プロフレッシブ・ピクチャを記述するのに用いられない。代わりに、個別のビデオ・フレーム(例えば、フレームA、フレームB)がプログレッシブ・ピクチャを記述するのに用いられる。ほとんどの映画フィルム素材は、プログレッシブ・ピクチャによって構成される。

【0004】

一ビデオ・フレームの奇数フィールド及び偶数フィールドが異なったタイミングで取り込まれると、そのピクチャは「インターレース」ピクチャと呼ばれる。2つのフィールドは、同時に表示されるように合成されない。各フィールドは、別々に処理され、表示される。ほとんどのテレビ素材は、インターレース・ピクチャによって構成される。

30

【0005】

送信工程中に最大の効率を実現するために、すべてのフィールド又はフレームが送信されるわけではない。すなわち、個々のフィールド又はフレームのうちの一部は落とされ、送信されない。落とされたフィールド又はフレームは、送信されたフィールド又はフレームから取った情報に基づいて、ビデオ受信器によって再生成される。

【0006】

例えば、落とされたフィールド又はフレームは、単に前のフィールド又はフレームを繰り返すことによって再生成され得る。別の方法として、表示が遅れている場合、落とされたフィールド又はフレームに続く次のフィールド又はフレームを落とされたフィールド又はフレームの代わりに用いることも可能である。落とされたフィールド又はフレームの両側の隣接フィールド又はフレームを平均化することによって、落とされたフィールド又はフレームを置き換えることも可能である。

40

【0007】

上記のシンプルなアプローチには問題がある。落とされたフィールド又はフレームの代わりに前のフィールド又はフレームを繰り返す(或いは、次に続くフィールド又はフレームを用いる)ことは、そのビデオ画像にわずかな動きしか描写されていない場合であっても、知覚される画像をぎこちないものにする。フィールド又はフレームを平均化することは

50

、そのビデオ画像に中程度の動きしか描写されていない場合であっても、知覚される画像をぼけたものにする。

【0008】

良く知られた、落とされたフィールド又はフレームを再生成する方法は、動き補償挿入である。動き補償挿入（「双方向予測」とも呼ばれる）において、一時的な低解像度（通常はフレーム・レートの $1/2 \sim 1/3$ ）を有する副信号がコード化され、全解像度信号は、この低解像度信号の挿入と補正項の追加とによって得られる。挿入によって再構築される信号は、補正項を過去の参照と将来の参照との合成に対して加えることによって得られる。

【0009】

ビデオ・シーケンスは、様々なフォーマットで出る。例えば、高精細度（HD）テレビ・ビデオ・シーケンスは、18の異なるフォーマットのうちのいずれか1つで表示され得る。ビデオ・シーケンスを一フォーマットから別のフォーマットへ変換する工程は、「スキャン・レート変換」と呼ばれる。

【0010】

スキャン・レート変換は、テレビ画像における画像のちらつきを減らすのに用いられ得る。例えば、欧州テレビ・ビデオ規格は、50ヘルツ（50Hz）の周波数を指定する。すなわち、ビデオ・フィールドは、1秒あたり50フィールドの速度で表示される。このテレビ・ビデオ・レートは、テレビ画像における顕著なちらつきを防ぐのには十分でない。画像のちらつきを減らすために、テレビ・ビデオ・レートを、ビデオ画像においてオリジナル・フィールド間に追加フィールドを挿入することによって、100ヘルツ（100Hz）へ増やしてもよい。

【0011】

スキャン・レート変換技術は、24ヘルツ（24Hz）フィルムを60ヘルツ（60Hz）ビデオ画像へ変換するのに用いられ得る。スキャン・レート変換技術は、更に、30ヘルツ（30Hz）高精細度（HD）カメラ画像を60ヘルツ（60Hz）ビデオ画像へ変換するのにも用いられ得る。

【0012】

スキャン・レート変換に必要とされる追加フィールドは、単にオリジナル・フィールドを繰り返すことによって得てもよい。しかし、好ましい方法は、インターレース変換よりも、動き補償挿入を用いたプログレッシブ変換を用いることである。

【0013】

（発明の開示）

本分野には、シャープなビデオ画像を提供する挿入フィールドを生成するための改善された動き補償方法に対する必要性が存在する。特に、前のフレームと次のフィールドとの間に挿入される生成されたフィールドに含まれる動き補償されたピクセルについての2つの考えられる選択肢の中から1つを選ぶ方法の改善が必要とされている。さらに、本分野では、前のフレームからのピクセルを含めること又は次のフィールドからのピクセルを含めることのいずれがよりシャープなビデオ画像を生成されたフィールドに提供するかを判定する方法を改善することへの必要性も存在する。

【0014】

本発明の主たる目的は、動きベクトルを用いて挿入ビデオ・フィールドを生成するために動き補償を用いる種類のビデオ画像アップコンバージョン・ユニットにおける改善された動き補償アップコンバージョン方法を提供することである。

【0015】

本発明の一実施形態の目的は、前のフレームと次のフィールドとの間に挿入される生成されたフィールドに含まれる動き補償されたピクセルの2つの考え得る選択肢から1つを選択する方法を提供することである。

【0016】

本発明の一実施形態の別の目的は、計算されたピクセルの相関値を閾値と比較することに

10

20

30

40

50

よってシャープなビデオ画像を提供する動き補償ピクセルを選択する改善された方法を提供することである。

【0017】

前のフレームと次のフィールドとの間に挿入される生成されたフィールドにシャープなビデオ画像を提供する動き補償されたピクセルを選択するのに用いられるピクセルの相関値を計算する改善された方法を提供することも本発明の一実施形態の目的である。

【0018】

本発明の一実施形態の追加的な目的は、前のフレームと次のフィールドとの間に挿入される生成されたフィールドにシャープなビデオ画像を提供する動き補償されたピクセルを選択するのに用いられる閾値を決定する改善された方法を提供することである。

10

【0019】

本発明は、前のフレームと次のフィールドとの間に挿入される生成されたフィールドに含ませる動き補償されたピクセルの2つの考え得る選択肢から1つを選択する改善された動き補償方法を有する。

【0020】

本発明は、独立クレームによって定義され、従属クレームは有益的な実施形態を定義する。

【0021】

好ましい実施形態によれば、本発明に係る改善された方法は、計算されたピクセルの相関値を閾値と比較することによって、シャープなビデオ画像を提供する動き補償されたピクセルを選択する。

20

【0022】

本発明に係る改善された方法は、(1)生成されたフィールドの原因隣接ピクセルの値と前のフレームの対応する隣接ピクセルの値とから第一の相関値を計算する工程と、(2)第一の相関値を第一の閾値と比較する工程と、(3)第一の相関値が第一の閾値より小さい場合に、生成されたフィールド内に作成されるピクセルの値を前のフレームの対応するピクセルの値に等しく設定する工程と、を有する。

【0023】

本発明に係る改善された方法は、更に、(1)生成されたフィールドの原因隣接ピクセルの値と次のフィールドの対応する隣接ピクセルの値とから第二の相関値を計算する工程と、(2)第二の相関値を第二の閾値と比較する工程と、(3)第二の相関値が第二の閾値より小さい場合に、生成されたフィールド内に作成されるピクセルの値を前のフレームの対応するピクセルの値に等しく設定する工程と、を有する。

30

【0024】

以上、本発明の特徴及び技術的利点を幅広く概説した。これにより、当業者は以下の発明の詳細な説明をより良く理解できるであろう。本発明の請求項の主題を形成する本発明の追加的な特徴及び利点を以下に説明する。当業者が、原理として開示された概念及び特定の実施形態を用いて、本発明と同じ目的を実行するために構成を変更したり他の構成を設計したりすることが容易に可能であることは当業者には明らかである。このような等価的な構成は本発明の最も広い形の範囲から逸脱しないことも当業者には明らかである。

40

【0025】

発明の詳細な説明を始める前に、本明細書を通じて用いられる特定の単語やフレーズの定義を説明しておくことは有益であろう。「含む(include)」、「有する(comprise)」、及びこれらの派生語は、制限無く含むことを意味する。「又は(or)」は包含的であり、「及び/又は」を意味する。「関連する」、「それに関連する」、及びこれらの派生フレーズは、含む、含まれる、相互接続される、含有する、含有される、接続される、接続している、結合される、結合されている、通信可能である、協働する、交互配置する、並列配置する、近接する、接着される、接着している、持つ、特性を有する、などの意味を有し得る。「コントローラ」、「プロセッサ」、又は「装置(apparatus)」という語は、少なくとも1つのオペレーションを制御するあらゆる装置

50

(device)、システム、又はそれらの部品を意味する。上記装置 (device) は、ハードウェア、ファームウェア、ソフトウェア、又はこれらのうちの少なくとも2つの組み合わせとして実現され得る。「画像」という語は、フレーム又はフィールドを意味する。あらゆる特定のコントローラに関連する機能性は、ローカルに集中してもよく、遠隔的に分散されてもよい。特定の単語及びフレームについての定義は、この特許文書を通じて提供される。多くの或いはほとんどの例において、上記定義は、定義された単語及びフレームの従来及び将来の使用に対して適用されることは当業者には明らかである。

【0026】

(発明の詳細な説明)

本発明及びその利点のより完全な理解のために、ここで添付図面と共に以下の説明を参照する。ここで、同様の数字は同様の目的物を示す。 10

【0027】

以下に説明する図1~7、及び本発明の原理を記述するために本特許ドキュメントにおいて開示される様々な実施形態は、例示にすぎず、本発明の範囲を制限するものとして解釈されるべきではない。以下の有益的な実施形態の説明において、本発明に係る改善された方法は、高精細度 (HD) プログレッシブ/インターレース変換器と共に用いられる。

【0028】

本発明は、計算された隣接ピクセルの補正值の所定の閾値との比較に基づいて適切な動き補償ピクセルを選択する改善された動き補償方法を有する。本発明に係る方法は、HDプログレッシブ/インターレース変換器において用いられることに制限されないことに気が付くことが重要である。当業者は、本発明の原理が動き補償技術をビデオ信号に適用するあらゆるタイプの電子機器において成功裏に適用され得ることを容易に理解するであろう。以下の説明において、HDプログレッシブ/インターレース変換器は、本発明に係る改善された方法が採用され得る機器品目のうちの一例として説明される。 20

【0029】

図1は、高精細度 (HD) プログレッシブ/インターレース変換器100を示す。HDプログレッシブ/インターレース変換器100は、標準精細度 (SD) ビデオ信号をSD入力110から受信し、HDビデオ信号をHD入力120から受信する。後に詳述するように、HDプログレッシブ/インターレース変換器100は、動き補償技術を用いて、プログレッシブHD素材をインターレース・フォーマットへ変換する。 30

【0030】

HDプログレッシブ/インターレース変換器100は、フィールド及びライン・レート変換器130を有する。フィールド及びライン・レート変換器130は、SAA4992集積回路 (時々、FALCONIC (field and line rate converter integrated circuit) と呼ばれる) を有する。SAA49942集積回路は、Philips Semiconductorによって市場に販売されている。フィールド及びライン・レート変換器130は、SDサイズ・ビデオ画像に対するスキャン・レート変換を実行することができる。

【0031】

図1に示すように、フィールド及びライン・レート変換器130は、マルチプレクサ140を通じてSD入力110からSDビデオ信号を受信する。HDプログレッシブ/インターレース変換器100への入力がSD入力である場合、SDビデオ画像は、単に、マルチプレクサ140を通り抜け、直接フィールド及びライン・レート変換器130へ到達する。SDビデオ画像は、次いで、SD出力160へ出力される。 40

【0032】

HDプログレッシブ/インターレース変換器100は、HD入力120からHDビデオ信号を受信する。HDプログレッシブ/インターレース変換器100への入力がHD入力である場合、HDビデオ画像はプレフィルタリングされ、SDサイズへダウンサンプリングされなければならない。これは、プレフィルタ及びダウンサンプリング・ユニット150において実現される。プレフィルタ及びダウンサンプリング・ユニット150からのSDビデオ 50

オ画像は、次いで、マルチプレクサ140へ送られ、フィールド及びライン・レート変換器130へ回される。

【0033】

プレフィルタ及びダウンサンプラ・ユニット150におけるフィルタ(図示せず)は、ナイキスト基準を満たすのに用いられる従来とおりの低域通過フィルタである。このフィルタは、フィルタ・タップ：(1)0.015625(2)0(3)-0.0703125(4)0(5)0.3046875(6)0.5(7)0.3046875(8)0(9)-0.0703125(10)0及び(11)0.015625を用いる11タップ・フィルタを有してもよい。

【0034】

HDビデオ画像がフィルタリングされた後、それらは以下の条件に基づいて1、2、又は3倍にダウンサンプリングされる。ダウンサンプリング係数は、(1)ラインあたりのピクセル数が1440より多く、2160以下の場合、又は(2)フレームあたりのライン数が1152より多く、1728以下の場合、に3に等しく設定される。ダウンサンプリング係数は、(1)ラインあたりのピクセル数が720より多い場合、又は(2)フレームあたりのライン数が576より多い場合、に2に等しく設定される。上記両条件を満たさない場合、ビデオ画像はSDビデオ画像であり、ダウンサンプリングは必要とされない。この場合、ダウンサンプリング係数は1に等しく設定される。2160×1728ピクセルより大きいビデオ画像はダウンサンプリング係数4を必要とするであろうことが予想される。現時点で、使用されていることが知られている最大のビデオ画像サイズは1920×1080ピクセルである。

10

20

【0035】

ダウンサイジング工程が完了すると、SDサイズのビデオ画像が生成され、動き推定のためにフィールド及びライン・レート変換器130へ送られる。フィールド及びライン・レート変換器130は、ダウンサンプリングされたSDサイズのビデオ画像に対する動きベクトルを生成する。フィールド及びライン・レート変換器130のSAA4992集積回路は、動きベクトル・オーバーレイ・モードをサポートする。すなわち、フィールド及びライン・レート変換器130によって生成された動きベクトルは、カラー・データとしてビデオ画像上に重ねられる。この特徴により、動きベクトルをフィールド及びライン・レート変換器130から直接読み出すことが可能となる。すなわち、動きベクトルを得るために追加的なハードウェア又はソフトウェア機能性が必要とされない。

30

【0036】

SD動きベクトルが得られると、それらは動きベクトル後処理ユニット170へ送られる。SD動きベクトルは、動きベクトル後処理ユニット170において、HD速度(すなわち、マグニチュード)にスケーリングされる。後で詳述するように、スケーリングされたHD動きベクトルは、次いで、HDアップコンバージョン・ユニット180によってHDプログレッシブ・フレームから動き補償インターレースHDフィールドを生成するのに用いられ、その後HD出力190へ出力される。

【0037】

フィールド及びライン・レート変換器130のSAA4992集積回路は、高品質動き推定器として機能する。フィールド及びライン・レート変換器130のSAA4992集積回路は、動き推定を実行するために一フレーム及び一フィールドを使用するため、一フレーム及び一フィールドを用いる同じ技術が動き補償にも用いられなければならない。

40

【0038】

図2に示すように、入力は、プログレッシブ・フレームA、B、C、D、E、及びFから成る。前述のように、各フレームは、奇数フィールドと偶数フィールドとから成る。例えば、フレーム「A」は、奇数フィールド「Ao」と偶数フィールド「Ae」とから成る。同様に、フレーム「B」は、奇数フィールド「Bo」及び偶数フィールド「Be」とから成る。同様の奇数フィールド及び偶数フィールドが他の入力フレームについても存在する。入力フレーム(A、B、C、D、E、及びF)に対して適用される「プログレッシブ」

50

という語は、各フレームの奇数フィールド及び偶数フィールドが同時に取られ、合成され、個々のフレームを形成することを意味する。

【0039】

図3に示すように、出力ビデオ信号は、インターレースされた形式である。出力奇数フィールド「A_o」は、入力フレーム「A」から取られる。出力偶数フィールド「A_{B_e}」は、入力シーケンスのフレーム「A」及び奇数フィールド「B_o」について動き補償を実行することによって得られる。同様に、出力偶数フィールド「B_o」は、入力フレーム「B」から取られる。出力偶数フィールド「B_{C_e}」は、入力シーケンスのフレーム「B」及び奇数フィールド「C_o」について動き補償を実行することによって得られる。図3に示された残りのインターレースされた出力ビデオ信号も同様に得られる。このように、一時的に失われたフィールドは、(1)前のフレーム、(2)次のフレーム、及び(3)動きベクトルを用いることによって生成される。

10

【0040】

フィールド及びライン・レート変換器130からの動きベクトルは、プレフィルタ及びダウンサンプラ・ユニット150においてHD入力に対して適用されたダウンサンプリング係数(DSF)に基づいてスケールされる。例えば、 $mv_x(i, j)$ 及び $mv_y(i, j)$ が、フィールド及びライン・レート変換器130から得られたそれぞれx及びy方向の動きベクトルであるものとする。すると、動きベクトル後処理ユニット170において生成されるHD動きベクトルは、

【0041】

20

【数1】

$$mvx_{HD} [(DSF)i, (DSF)j] = (DSF) mvx(i,j) \quad (1)$$

【0042】

【数2】

$$mvy_{HD} [(DSF)i, (DSF)j] = (DSF) mvy(i,j) \quad (2)$$

となる。

30

【0043】

動きベクトルの速度(すなわち、マグニチュード)のみならず、動きベクトルの位置までもがスケールされることが分かる。これは、動きベクトルが、SDビデオ画像において、 2×2 ブロックに適用可能であれば、HDにおいて、 $(DSF \times 2) \times (DSF \times 2)$ ブロックに適用可能であることを意味する。換言すれば、 $(2DSF) \times (2DSF)$ ブロックに適用可能である。よって、ダウンサンプリング係数が2の場合($DSF = 2$)、SDにおける 2×2 ブロックに対する動きベクトルは、HDにおける 4×4 ブロックに適用可能である。このスケールは、動きベクトルの精度に損失を生じさせる。

【0044】

フィールド及びライン・レート変換器130から得られた動きベクトルは、 $1/4$ ピクセルの精度である。動きベクトルが2倍にスケールされた場合、その動きベクトルは $1/2$ ピクセルの精度しか有しないことが予想される。これは、 $1/4$ の2倍が $1/2$ に等しいからである。残念なことに、この予想は当たっていない。なぜなら、動きベクトルは $1/2$ ピクセルの精度を有しないことが判明するからである。これは、プレフィルタ及びダウンサンプラ・ユニット150において実行されるHD入力のフィルタリング及びダウンサンプリングがピクチャのスムージング及び目標物の動きのスムージングを生じさせるという事実によるものである。 $1/2$ ピクセルの精度は、フィルタリング及びダウンサンプリング工程中に導入されたスムージングによって信頼性高く達成され得ない。

40

【0045】

これは、問題となっているピクセルを囲む隣接ピクセルについて単なる計算を実行するこ

50

とによって1/4ピクセルの精度を実現することはできないことを意味する。これは、更に、スケーリングされた動きベクトルは、特にビデオ画像の端において、非常に信頼できるものではないことを意味する。

【0046】

フレーム、フィールド、及び関連する動きベクトルが与えられると、本タスクは、ビデオ信号における歪み及び間違いを最小限にしながら、その情報をHD信号へアップコンバートする。従来の1つのアプローチは、フレーム及びフィールドからの動き補償されたピクセルを平均化することである。この方法は、動きベクトルが正確であれば、まあまあ良く機能する。しかし、動きベクトルが不正確な場合、フレーム及びフィールドからのピクセルの平均化は、ビデオ画像のゆっくり動くエリアにおいて非常に目立ち得るピクチャのピンぼけを生じさせる。

10

【0047】

本発明に係る改善された方法は、異なるアプローチを用いる。動きベクトル後処理ユニット170からのHD動きベクトルは、HDアップコンバージョン・ユニット180へ送られる。図1に示すように、HDアップコンバージョン・ユニット180もHD入力120に接続されており、HD入力120から入力HDビデオ信号を受信する。その結果、HDアップコンバージョン・ユニット180は、(1)適切にスケーリングされたSDビデオ画像からの動きベクトル、(2)HDフレーム、(3)HDフィールド、及び(4)動き補償されたフィールドの原因領域、というデータを有する。原因領域とは、その動き補償値が既に計算されたピクセルから成る動き補償されたフィールドの領域である。

20

【0048】

既に示したように、動きベクトルの値は、全体的に見れば良好であるが、1/2ピクセルの精度ではない。動きベクトルは、1~2ピクセル程度の精度しか持たない。これは、従来の平均化方法が用いられると、エッジがぼけることを意味する。本発明に係る改善された方法は、フィールド動き補償ピクセルを有するフレーム動き補償ピクセルを平均化しないことによって、ビデオ画像がぼけることを防止する。代わりに、本発明に係る改善された方法は、フレーム動き補償ピクセル又はフィールド動き補償ピクセルのいずれかを選択し用いる。本発明に係るいずれのピクセルを選択し用いるかを決定する方法をここで説明する。

【0049】

この方法の一例を、図4~6を用いて説明する。図4は、時刻Tに表示される5つのピクセル(A1、A2、A3、A4、及びA5)を示すビデオ信号の前のフレームAを示す。図5は、時刻T+1に表示される対応する5つのピクセル群(B1、B2、B3、B4、及びB5)を示すビデオ信号の次のフィールドBを示す。「T+1」という表現における「1」という単位は、前のフレームAと次のフィールドBとの間の一単位時間を示す。図6は、前のフレームAと次のフィールドBとの間の中間時刻T+1/2に表示される動き補償によって生成された対応する5つのピクセル群(C1、C2、C3、C4、及びC5)を示すビデオ信号の生成されたフィールドCを示す。「T+1/2」という表現における「1/2」という単位は、前のフレームAと生成されたフィールドCとの間の一単位時間の1/2を示す。

30

40

【0050】

生成されたフィールドCのピクセルC4について考える。本タスクは、このピクセルに対する適切な値を見つけ、生成する。前のフレームAのピクセルA4は、前のフレームAにおいてピクセルC4に対応した動き補償されたピクセルである。次のフレームBのピクセルB4は、次のフィールドBにおいてピクセルC4に対応した動き補償されたピクセルである。

【0051】

従来の平均化方法は、ピクセルA4の値をピクセルB4の値へ加え、その合計値を2で除算し、ピクセルC4の値を得る。

【0052】

50

対照的に、本発明に係る改善された方法は、フレーム動き補償ピクセル（ピクセルA4）の値、或いはフィールド動き補償ピクセル（ピクセルB4）の値のいずれかを生成フィールド・ピクセル（ピクセルC4）の値として選択する。ピクセルA4又はピクセルB4の選択は、ピクセルC4の原因隣接ピクセルの値を考慮して為される。原因隣接ピクセルとは、その値が既に計算された隣接ピクセルである。本例において、ピクセルC4の原因隣接ピクセルは、ピクセルC1、C2、C3、及びC5である。

【0053】

ピクセルC4の原因隣接ピクセルがピクセルA4の対応する隣接ピクセルと所定の閾値内で一致すれば、ピクセルA4の値がピクセルC4の値として選択される。ピクセルC4の原因隣接ピクセルがピクセルA4の対応する隣接ピクセルと所定の閾値内で一致しなければ、ピクセルB4の対応する隣接ピクセルが検討される。ピクセルC4の原因隣接ピクセルがピクセルB4の対応する隣接ピクセルと所定の閾値内で一致すれば、ピクセルB4の値がピクセルC4の値として選択される。

10

【0054】

適切な閾値は、隣接ピクセル間の10以下のピクセル値の差は目立つ差ではないという事実を用いて選択され得る。閾値は、一度に考慮される原因隣接ピクセル数の10倍の値として選択され得る。本例において、4つの原因隣接ピクセル（C1、C2、C3、及びC5）が一度に考慮されている。よって、閾値は、40として選択され得る。

【0055】

ピクセルC4の原因隣接ピクセルをピクセルA4の対応する隣接ピクセルと一致させることは、生成されたフィールドCの原因隣接ピクセルの値と前のフレームAの対応する隣接ピクセルの値との間の差の絶対値を加えることによって実行される。「ACOR」（生成されたフィールドCの原因隣接ピクセルと前のフレームAの対応する隣接ピクセルとの相関を表す）と呼ばれる値が以下のように計算される。

20

【0056】

【数3】

$$ACOR = ABS(A1-C1) + ABS(A2-C2) + ABS(A3-C3) + ABS(A5-C5) \quad (3)$$

ここで、ABSは絶対値を取るという数学的関数を表す。

30

【0057】

同様に、「BCOR」（生成されたフィールドCの原因隣接ピクセルと次のフィールドBの対応する隣接ピクセルとの相関を表す）と呼ばれる値が以下のように計算される。

【0058】

【数4】

$$BCOR = ABS(B1-C1) + ABS(B2-C2) + ABS(B3-C3) + ABS(B5-C5) \quad (4)$$

ここで、ABSは絶対値を取るという数学的関数を表す。

【0059】

40

ACORの値が閾値より小さい場合、ピクセルC4の値はピクセルA4の値とされる。ACORの値が閾値以上である場合、BCORを検討する。BCORの値が閾値より小さい場合、ピクセルC4の値はピクセルB4の値とされる。

【0060】

BCORの値が閾値以上である場合、ピクセルC4の値を得るために別の動き補償方法が用いられ得る。例えば、ブロック・ベースの動きベクトルを用いる動き補償技術が用いられ得る。最後の手段として、ピクセルA4又はピクセルB4がピクセルC4にとって適切なピクセル値であるか否かを決定することができる他の方法を見つけることができない場合、ピクセルC4に対するピクセル値を得るために従来の平均化方法が用いられ得る。

【0061】

50

既に動き補償された生成されたフィールドCからの原因隣接ピクセル(すなわち、ピクセルC1、C2、C3、及びC5)を用いることは、使用されているピクセルが正しいフレーム又はフィールドから来ていることを確認するのに役立つ。本発明に係る改善された方法によって提供されるピクセル値は、従来の平均化方法によって得られるビデオ画像のぼかしの多くを除去する。本発明に係る改善された方法によって提供されるピクセル値は、よりシャープに定義された動き補償されたビデオ画像を与える。選択されるべきピクセルがビデオ画像が動いている間にカバーされている(又はカバーされていない)ビデオ画像のエリアに位置する場合、本発明に係る改善された方法によって提供されるピクセル値は、2つのピクセル選択肢からより良いピクセルを選択するのに役立つ。これにより、ビデオ画像のカバーされた(及びカバーされていない)領域のビデオ画質が向上する。

10

【0062】

HDアップコンバージョン・ユニット180は、本発明に係る改善された方法を実行し、生成されたフィールドCを作るのに適したピクセルを選択する。次いで、生成されたフィールドCは、前のフレームA(時刻T)と次のフィールドB(時刻T+1)との間に挿入される(時刻T+1/2)。この挿入工程は、繰り返し適用され、図3に示す適切な出力インターレース・フィールドA_Be、B_Ce、C_De、D_Ee、及びE_Feが作られる。HDアップコンバージョン・ユニット180の出力は、HD出力190へ送られる。

【0063】

本発明に係る改善された方法についてまとめると以下ようになる。第一段階において、ACOR値(生成されたフィールドCの原因隣接ピクセルと前のフレームAの対応する隣接ピクセルとの相関を表す)が、生成されたフィールドCの原因隣接ピクセルの値と前のフレームAの対応する隣接ピクセルの値との差の絶対値を加算することによって、計算される。次いで、ACOR値が閾値より小さいか否かが判定される。ACOR値が閾値より小さい場合、ピクセルC4の値がピクセルA4の値に等しく設定される。ピクセルC4の値が設定されると、本方法はそのオペレーションを終了する。

20

【0064】

ACOR値が閾値より小さくない場合、BCOR値(生成されたフィールドCの原因隣接ピクセルと次のフィールドBの対応する隣接ピクセルとの相関を表す)が、生成されたフィールドCの原因隣接ピクセルの値と次のフィールドBの対応する隣接ピクセルの値との差の絶対値を加算することによって、計算される。次いで、BCOR値が閾値より小さいか否かが判定される。BCOR値が閾値より小さい場合、ピクセルC4の値がピクセルB4の値に等しく設定される。ピクセルC4の値が設定されると、本方法はそのオペレーションを終了する(終了工程)。

30

【0065】

BCOR値が閾値より小さくない場合、ピクセルC4の値を決定するために別の方法が用いられ得る。ピクセルC4の値が設定されると、本方法はそのオペレーションを終了する。

【0066】

本発明を高精細度(HD)プログレッシブ/インターレース変換器を例に詳細に説明したが、当業者には明らかなように、当業者は、独立クレームによって定義される本発明を逸脱することなく、様々な修正、代替、及び変更が可能である。

40

【0067】

請求項において、括弧内に置かれたあらゆる参照符号は、請求項を制限するものではない。要素の前に付く「1つの(a/an)」という語はその要素が複数個存在することを排除するものではない。本発明は、区別し得る複数の要素を有するハードウェアによって実現されてもよく、適切にプログラムされたコンピュータによって実現されてもよい。複数の手段を列挙する装置クレームにおいて、これら複数の手段は1つの同じハードウェア・アイテムとして実現されてもよい。特定の方法が相互に異なる従属クレームに記載されているという単なる事実は、それらの方法を組み合わせて用いても有益的となり得ないということを示しているわけではない。

50

【図面の簡単な説明】**【図 1】**

本発明に係る改善された方法を利用する模範的な高精細度 (HD) プログレッシブ/インターレース変換器のブロック図である。

【図 2】

ビデオ信号の入力プログレッシブ・フレーム列を示す図である。

【図 3】

ビデオ信号の出力インターレース・フィールド列を示す図である。

【図 4】

時刻 T に表示すべき 5 つのピクセルを示しているビデオ信号の前のフレーム A を示す図である。 10

【図 5】

対応する時刻 $T + 1$ に表示すべき 5 つのピクセル群を示しているビデオ信号の次のフィールド B を示す図である。

【図 6】

対応する中間時刻 $T + 1 / 2$ に表示すべき動き補償によって生成された 5 つのピクセル群を示しているビデオ信号の生成されたフィールド C を示す図である。

【国際公開パンフレット】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau



(43) International Publication Date
10 May 2002 (10.05.2002)

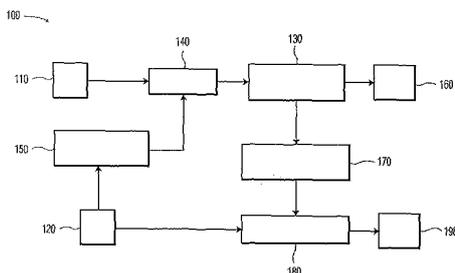
PCT

(10) International Publication Number
WO 02/37846 A1

- (51) International Patent Classification: **H04N 7/01**
- (74) Agent: **STEENBEEK, Leonardus, J.**, Internationaal Octrooibureau B.V., Prof. Holstlaan 6, NL-5656 AA Eindhoven (NL).
- (21) International Application Number: **PCT/EP01/12717**
- (81) Designated States (national): **CN, JP, KR.**
- (22) International Filing Date: **30 October 2001 (30.10.2001)**
- (84) Designated States (regional): **European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).**
- (25) Filing Language: **English**
- (26) Publication Language: **English**
- (30) Priority Data: **09/706,671** 6 November 2000 (06.11.2000) **US**
- Published:**
— with international search report
— before the expiration of the time limit for amending the claims and to be republished in the event of receipt of amendments
- (71) Applicant: **KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V.** [NL/NL]; Groenewoudseweg 1, NL-5621 BA Eindhoven (NL).
- (72) Inventor: **DANTWALA, Nehal**, Prof. Holstlaan 6, NL-5656 AA Eindhoven (NL).

For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

(54) Title: **MOTION COMPENSATED UPCONVERSION FOR VIDEO SCAN RATE CONVERSION**



(57) Abstract: For use in a video image upconversion unit of the type that uses motion compensation to generate an interpolated field using motion vectors, an improved method of motion compensation is disclosed that calculates a first correlation value from the values of corresponding neighbor pixels of a previous frame and from the values of causal neighbor pixels of a generated field. The first correlation value is compared with a first threshold value. The value of a pixel to be created within the generated field is set to be equal to the value of a corresponding pixel of the previous frame if the first correlation value is less than the first threshold value. The method also calculates a second correlation value from the values of corresponding neighbor pixels of a next field and from the values of causal neighbor pixels of a generated field. The second correlation value is compared with a second threshold value. The value of a pixel to be created within the generated field is set to be equal to the value of a corresponding pixel of the next field if the second correlation value is less than the second threshold value.



WO 02/37846 A1

WO 02/37846

PCT/EP01/12717

1

Motion compensated upconversion for video scan rate conversion

TECHNICAL FIELD OF THE INVENTION

The present invention relates to a method of motion compensated upconversion in a video image upconversion unit of the type that uses motion compensation to generate an interpolated video field using motion vectors.

5

BACKGROUND OF THE INVENTION

A moving video image is transmitted by a video transmitter as a sequence of frames or pictures. Each frame or picture may be coded individually, but is displayed sequentially at a video rate. Each video frame is made up of two video fields, an odd video field and an even video field. More specifically, an individual frame denoted by the letter "A" is made up of an odd field denoted by the letters "Ao" and an even field denoted by the letters "Ae."

When capturing or recording a video sequence, either frames or fields may be captured. When both the odd field and the even field of a video frame are captured at the same time, the picture is said to be a "progressive" picture. The odd fields and the even fields are not generally used to describe progressive pictures. Instead the individual video frames (e.g., frame A, frame B) are used to describe progressive pictures. Most movie film material is composed of progressive pictures.

When the odd field and the even field of a video frame are captured at different times, the picture is said to be an "interlaced" picture. The two fields are not combined to be displayed at the same time. Each field is treated and displayed separately. Most television material is composed of interlaced pictures.

In order to achieve maximum efficiency during the transmission process, not every field or frame is transmitted. That is, some of the individual fields or frames are dropped and are not transmitted. The dropped fields or frames are recreated by the video receiver from information taken from the fields or frames that are transmitted.

For example, the dropped fields or frames can be recreated simply by repeating the previous field or frame. Alternatively, if the display is delayed, the next field or frame that follows the dropped field or frame can be used to take the place of the dropped

WO 02/37846

PCT/EP01/12717

2

field or frame. It is also possible to replace the dropped field or frame by averaging the neighboring fields or frames on each side of the dropped field or frame.

There are difficulties with these simple approaches. Repeating a previous field or frame (or using the next following field or frame) in place of the dropped field or frame causes the perceived image to be jerky even when small motions are depicted in the video image. Averaging the fields or frames causes the perceived image to be blurred even when moderate motions are depicted in the video image.

A well known method for recreating the dropped fields or frames is motion compensated interpolation. In motion compensated interpolation (also referred to as "bidirectional prediction") a subsignal with a low temporal resolution (typically one half to one third of the frame rate) is coded and the full resolution signal is obtained by interpolation of the low resolution signal and the addition of a correction term. The signal to be reconstructed by interpolation is obtained by adding a correction term to a combination of a past and a future reference.

Video sequences exist in various formats. For example, high definition (HD) television video sequences may be displayed in any one of eighteen (18) different formats. The process of converting a video sequence from one format to another format is called "scan rate conversion."

Scan rate conversion may be used to reduce image flicker in television images. For example, a European television video standard specifies a frequency of fifty Hertz (50 Hz). That is, the video fields are to be displayed at a rate of fifty fields per second. This television video rate is not sufficient to prevent noticeable flicker in the television image. To reduce image flicker, the television video rate may be increased to one hundred Hertz (100 Hz) by interpolating additional fields between the original fields in the video image.

Scan rate conversion techniques may be used to convert twenty four Hertz (24 Hz) film to sixty Hertz (60 Hz) video images. Scan rate conversion techniques may also be used to convert thirty Hertz (30 Hz) high definition (HD) camera images to sixty Hertz (60 Hz) video images.

The additional fields needed for scan rate conversion may be acquired by simply repeating the original fields. The preferred method, however, is to use a progressive to interlace conversion using motion compensated interpolation.

WO 02/37846

PCT/EP01/12717

3

SUMMARY OF THE INVENTION

There is a need in the art for an improved method of motion compensation to generate interpolated fields that will provide a sharp video image. In particular, there is a need in the art for an improved method of selecting one of two possible choices of a motion compensated pixel for inclusion in a generated field to be interpolated between a previous frame and a next field. There is also a need in the art for an improved method of determining whether the inclusion of the pixel from the previous frame or the inclusion of the pixel from the next field will provide a sharper video image in the generated field.

It is a primary object of the present invention to provide an improved method motion compensated upconversion in a video image upconversion unit of the type that uses motion compensation to generate an interpolated video field using motion vectors.

It is an object of an embodiment of the present invention to provide a method for selecting one of two possible choices of a motion compensated pixel for inclusion in a generated field to be interpolated between a previous frame and a next field.

It is another object of an embodiment of the present invention to provide an improved method for selecting a motion compensated pixel that will provide a sharp video image by comparing a calculated correlation value of pixels with a threshold value.

It is also an object of an embodiment of the present invention to provide an improved method for calculating a correlation value of pixels to be used to select a motion compensated pixel that will provide a sharp video image in a generated field to be interpolated between a previous frame and a next field.

It is an additional object of an embodiment of the present invention to provide an improved method for determining a threshold value to be used to select a motion compensated pixel that will provide a sharp video image in a generated field to be interpolated between a previous frame and a next field.

The present invention comprises an improved method of motion compensation that selects one of two possible choices of a motion compensated pixel for inclusion in a generated field to be interpolated between a previous frame and a next field.

The invention is defined by the independent Claims; the dependent Claims define advantageous embodiments.

In accordance with a preferred embodiment, the improved method of the present invention selects a motion compensated pixel that will provide a sharp video image by comparing a calculated correlation value of pixels with a threshold value.

WO 02/37846

PCT/EP01/12717

4

The improved method of the invention comprises the steps of (1) calculating a first correlation value from the values of causal neighbor pixels of a generated field and from the values of corresponding neighbor pixels of a previous frame, (2) comparing the first correlation value with a first threshold value, and (3) setting the value of the pixel to be created within the generated field to be equal to the value of a corresponding pixel of the previous frame if the first correlation value is less than the first threshold value.

The improved method of the invention also comprises the steps of (1) calculating a second correlation value from the values of causal neighbor pixels of a generated field and from the values of corresponding neighbor pixels of a next field, (2) comparing the second correlation value with a second threshold value, and (3) setting the value of the pixel to be created within the generated field to be equal to the value of a corresponding pixel of the next field if the second correlation value is less than the second threshold value.

The foregoing has outlined rather broadly the features and technical advantages of the present invention so that those skilled in the art may better understand the Detailed Description of the Invention that follows. Additional features and advantages of the invention will be described hereinafter that form the subject of the Claims of the invention. Those skilled in the art should appreciate that they may readily use the conception and the specific embodiment disclosed as a basis for modifying or designing other structures for carrying out the same purposes of the present invention. Those skilled in the art should also realize that such equivalent constructions do not depart from the scope of the invention in its broadest form.

Before undertaking the Detailed Description of the Invention, it may be advantageous to set forth definitions of certain words and phrases used throughout this patent document: the terms "include" and "comprise" and derivatives thereof, mean inclusion without limitation; the term "or," is inclusive, meaning and/or; the phrases "associated with" and "associated therewith," as well as derivatives thereof, may mean to include, be included within, interconnect with, contain, be contained within, connect to or with, couple to or with, be communicable with, cooperate with, interleave, juxtapose, be proximate to, be bound to or with, have, have a property of, or the like; and the term "controller," "processor," or "apparatus" means any device, system or part thereof that controls at least one operation, such a device may be implemented in hardware, firmware or software, or some combination of at least two of the same. The term "image" means frame or field. It should be noted that the functionality associated with any particular controller may be centralized or distributed,

WO 02/37846

PCT/EP01/12717

5

whether locally or remotely. Definitions for certain words and phrases are provided throughout this patent document, those of ordinary skill in the art should understand that in many, if not most instances, such definitions apply to prior, as well as future uses of such defined words and phrases.

5 BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

For a more complete understanding of the present invention, and the advantages thereof, reference is now made to the following descriptions taken in conjunction with the accompanying drawings, wherein like numbers designate like objects, and in which:

- 10 FIGURE 1 is a block diagram of an exemplary high definition (HD) progressive to interlace converter that utilizes the improved method of the present invention;
FIGURE 2 illustrates a series of input progressive frames of a video signal;
FIGURE 3 illustrates a series of output interlace fields of a video signal;
FIGURE 4 illustrates a previous frame A of a video signal showing five pixels for display at time T_i ;
- 15 FIGURE 5 illustrates a next field B of a video signal showing a corresponding set of five pixels for display at time $T + 1$; and
FIGURE 6 illustrates a generated field C of a video signal showing a corresponding set of five pixels generated by motion compensation for display at intermediate time $T + \frac{1}{2}$.

20

DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

FIGURES 1 through 7, discussed below, and the various embodiments set forth in this patent document to describe the principles of the present invention are by way of illustration only and should not be construed in any way to limit the scope of the invention. In the descriptions of the advantageous embodiments that follow, the improved method of the present invention is used in connection with a high definition (HD) progressive to interlace converter.

25 The present invention comprises an improved method of motion compensation that selects an appropriate motion compensated pixel based upon the comparison of calculated correlation values of neighboring pixels with predetermined threshold values. It is important to realize that the method of the present invention is not limited to use in an HD progressive to interlace converter. Those skilled in the art will readily understand that the principles of the present invention may also be successfully applied in any type of electronic equipment that applies motion compensation techniques to video signals. In the descriptions

30

WO 02/37846

PCT/EP01/12717

6

that follow, the HD progressive to interlace converter is described as an example of an item of equipment in which the improved method of the present invention may be employed.

FIGURE 1 illustrates high definition (HD) progressive to interlace converter 100. HD progressive to interlace converter 100 receives standard definition (SD) video signals from SD input 110 and receives HD video signals from HD input 120. As will be explained below in greater detail, HD progressive to interlace converter 100 converts progressive HD material to interlaced format using motion compensation techniques.

HD progressive to interlace converter 100 comprises field and line rate converter 130. Field and line rate converter 130 comprises an SAA4992 integrated circuit (sometimes referred to as FALCONIC for "field and line rate converter integrated circuit"). The SAA4992 integrated circuit is sold commercially by Philips Semiconductors. Field and line rate converter 130 is capable of performing scan rate conversions for SD size video images.

As shown in FIGURE 1, field and line rate converter 130 receives SD video signals from SD input 110 via multiplexer 140. If the input to HD progressive to interlace converter 100 is an SD input, the SD video images simply pass through multiplexer 140 directly to field and line rate converter 130. The SD video images are then output to SD output 160.

HD progressive to interlace converter 100 receives HD video signals from HD input 120. If the input to HD progressive to interlace converter 100 is an HD input, the HD video images must be pre-filtered and downsampled to SD size. This is accomplished in pre-filter and downsampler unit 150. The SD video images from pre-filter and downsampler unit 150 are then sent to multiplexer 140 and passed on to field and line rate converter 130.

The filter (not shown) in pre-filter and downsampler unit 150 is a conventional low pass filter used to satisfy the Nyquist criteria. The filter may comprise an eleven tap filter that uses the following filter taps: (1) 0.015625 (2) 0 (3) -0.0703125 (4) 0 (5) 0.3046875 (6) 0.5 (7) 0.3046875 (8) 0 (9) -0.0703125 (10) 0 and (11) 0.015625.

After the HD video images are filtered, they are downsampled by a factor of one or two or three based on the following conditions. The downsample factor is set equal to three (1) if the number of pixels per line is greater than 1440 and less than or equal to 2160, or (2) if the number of lines per frame is greater than 1152 and less or equal to 1728. The downsample factor is set equal to two (1) if the number of pixels per line is greater than 720, or (2) if the number of lines per frame is greater than 576. If the above described conditions are not met, then the video image is an SD video image and no downsampling is required. In

WO 02/37846

PCT/EP01/12717

7

that case the downsample factor is set equal to one. It is anticipated that a video image that is larger than 2160 pixels by 1728 pixels will require a downsampling factor of four. At the present time the largest size video image known to be in use is 1920 pixels by 1080 pixels.

After the downsizing process is completed, an SD size video image is
5 generated and sent to field and line rate converter 130 for motion estimation. Field and line rate converter 130 generates motion vectors for the downsampled SD size video images. The SAA4992 integrated circuit of field and line rate converter 130 supports a motion vector overlay mode. That is, the motion vectors generated by field and line rate converter 130 are overlaid on the video images as color data. This feature permits the motion vectors to be
10 read directly from field and line rate converter 130. That is, no additional hardware or software functionality is needed to obtain the motion vectors.

After the SD motion vectors are obtained, they are sent to motion vector post processing unit 170. The SD motion vectors are scaled to HD velocity (i.e., magnitude) in motion vector post processing unit 170. As will be explained more fully, the scaled HD
15 motion vectors are then used to generate motion compensated interlaced HD fields from HD progressive frames by HD upconversion unit 180 and then output to HD output 190.

The SAA4992 integrated circuit of field and line rate converter 130 functions as a high quality motion estimator. Because the SAA4992 integrated circuit of field and line rate converter 130 uses one frame and one field to perform motion estimation, the same
20 technique of using one frame and one field must be used for motion compensation.

As shown in FIGURE 2, the input consists of the progressive frames A, B, C, D, E and F. As previously mentioned, each frame consists of an odd field and an even field. For example, frame "A" consists of an odd field "Ao" and an even field "Ae." Similarly, frame "B" consists of an odd field "Bo" and an even field "Be." Similar odd and even fields
25 exist for the other input frames. The term "progressive" as applied to the input frames (A, B, C, D, E and F) means that the odd field and the even field of each frame are taken at the same time and combined together to form their respective frame.

As shown in FIGURE 3, the output video signals are interlaced in format. The output odd field "Ao" is taken from input frame "A." The output even field "ABe" is
30 obtained by performing motion compensation on frame "A" and on odd field "Bo" of the input sequence. In a similar manner, the output odd field "Bo" is taken from input frame "B." The output even field "BCe" is obtained by performing motion compensation on frame "B" and on odd field "Co" of the input sequence. The remaining interlaced output video signals

WO 02/37846

PCT/EP01/12717

8

shown in FIGURE 3 are similarly obtained. In this manner the temporally missing fields are generated by using (1) the previous frame, and (2) the next frame, and (3) the motion vectors.

The motion vectors from field and line rate converter 130 are scaled in accordance with the downsample factor (DSF) that was applied to the HD input in pre-filter and downsampler unit 150. For example, assume that $mvx(i,j)$ and $mvy(i,j)$ are the motion vectors in the x and y directions, respectively, that are obtained from field and line rate converter 130. Then the HD motion vectors generated in motion vector post processing unit 170 will be:

$$10 \quad mvx_{HD} [(DSF)i, (DSF)j] = (DSF) mvx(i,j) \quad (1)$$

$$mvy_{HD} [(DSF)i, (DSF)j] = (DSF) mvy(i,j) \quad (2)$$

It is seen that not only is the velocity (i.e., magnitude) of the motion vectors scaled, but also the position of the motion vectors. This means that, if in an SD video image, the motion vector was applicable to a block of two by two (2×2), in HD it will be applicable to a block of (DSF times 2) by (DSF times 2). In other words, it will be applicable to a block of (2 DSF) by (2 DSF). Therefore, if the downsample factor is two (DSF = 2), then the motion vector for a two by two block (2×2) in SD is applicable to a four by four block (4×4) in HD. This scaling causes a loss in the accuracy of the motion vector.

The motion vectors that are obtained from field and line rate converter 130 are accurate to one fourth (0.25) of a pixel. If the motion vectors are scaled by a factor of two (2), then it is to be expected that the motion vectors will only be accurate to one half (0.50) of a pixel. This is because two times one fourth is equal to one half ($2 \times 0.25 = 0.50$). Unfortunately, this expectation is not met because it turns out that the motion vectors are not accurate to one half (0.50) of a pixel. This is due to the fact that the filtering and downsampling of the HD input performed in pre-filter and downsampler unit 150 causes smoothing of the picture and smoothing of the object motion. The half pixel accuracy can not be reliably achieved due to the smoothing introduced during the filtering and downsampling process.

This means that it is not possible to achieve an accuracy of one fourth (0.25) of a pixel by performing simple calculations on the neighboring pixels that surround the pixel in question. It also means that the scaled motion vectors may not be very reliable, especially at the edges of the video image.

Given a frame, a field, and the associated motion vectors, the task is to upconvert the information into an HD signal while minimizing distortions and inaccuracies in the video signal. One prior art approach is to average the motion compensated pixels from the frame and the field. This method works reasonably well if the motion vectors are accurate. If the motion vectors are not accurate, however, the averaging of the pixels from the frame and the field will produce blurring of the picture, which can be very noticeable in slow moving areas of the video image.

The improved method of the present invention uses a different approach. The HD motion vectors from motion vector post processing unit 170 are sent to HD upconversion unit 180. As shown in FIGURE 1, HD upconversion unit 180 is also connected to HD input 120 and receives the input HD video signal from HD input 120. HD upconversion unit 180 than has the following data: (1) the motion vectors from the SD video image appropriately scaled, and (2) the HD frame, and (3) the HD field, and (4) the causal region of the motion compensated field. The causal region is a region of the motion compensated field that is made up of pixels whose motion compensated values have already been calculated.

As previously indicated, the values of the motion vectors are good in the global sense but they are not accurate to one half (0.50) of a pixel. The motion vectors may only be accurate to one or two pixels. This means that when the prior art averaging method is used, the edges will exhibit blurring. The improved method of the present invention avoids blurring the video image by not averaging the frame motion compensated pixel with the field motion compensated pixel. Instead, the improved method of the present invention selects and uses either the frame motion compensated pixel or the field motion compensated pixel. The improved method of the present invention for determining which pixel to select and use will now be described.

The method will be illustrated with an example using the three figures shown in FIGURE 4, FIGURE 5 and FIGURE 6. FIGURE 4 shows a previous frame A of a video signal showing five pixels (A1, A2, A3, A4 and A5) for display at time T. FIGURE 5 shows a next field B of a video signal showing a corresponding set of five pixels (B1, B2, B3, B4 and B5) for display at time T + 1. The unit "1" in the expression "T + 1" represents one unit of time between previous frame A and next field B. FIGURE 6 shows a generated field C of a video signal showing a corresponding set of five pixels (C1, C2, C3, C4 and C5) generated by motion compensation for display at intermediate time T + 1/2 between previous frame A and next field B. The unit "1/2" in the expression "T + 1/2" represents one half unit of time between previous frame A and generated field C.

WO 02/37846

PCT/EP01/12717

10

Consider pixel C4 in generated field C. The task is to find and generate the appropriate value for this pixel. Pixel A4 in previous frame A is the motion compensated pixel in previous frame A that corresponds to pixel C4. Pixel B4 in next field B is the motion compensated pixel in next field B that corresponds to pixel C4.

5 The prior art averaging method adds the value of pixel A4 to the value of pixel B4 and divides the sum of the values by two to obtain the value of pixel C4.

The improved method of the present invention, in contrast, selects either the value of the frame motion compensated pixel (pixel A4) or the value of the field motion compensated pixel (pixel B4) for the value of the generated field pixel (pixel C4). The selection of pixel A4 or pixel B4 is made by considering the values of the causal neighbors of pixel C4. Causal neighbors are neighboring pixels whose values have already been calculated. In the present example, the causal neighbors of pixel C4 are the pixels C1, C2, C3 and C5.

10 If the causal neighbors of pixel C4 match the corresponding neighbors of pixel A4 to within a certain threshold value, the value of pixel A4 is selected for the value of pixel C4. If the causal neighbors of pixel C4 do not match the corresponding neighbors of pixel A4 to within the threshold value, then the corresponding neighbors of pixel B4 are considered. If the causal neighbors of pixel C4 match the corresponding neighbors of pixel B4 to within a certain threshold value, the value of pixel B4 is selected for the value of pixel C4.

15 An appropriate threshold value may be chosen using the fact that a pixel value difference of ten or less between adjacent pixels is not too noticeable a difference. The threshold value may be chosen to have a value of ten times the number of causal neighbors being considered at one time. In the present example, four causal neighbors (C1, C2, C3 and C5) are being considered at one time. Therefore, the threshold value may be chosen to have the value forty.

20 The matching of the causal neighbors of pixel C4 with the corresponding neighbors of pixel A4 is carried out by adding the absolute values of the differences of the values of the causal neighbors in generated field C and the values of the corresponding neighbors in previous frame A. A value called "ACOR" (representing the correlation of causal neighbors in generated field C and corresponding neighbors in previous frame A) is calculated as follows:

$$ACOR = ABS(A1-C1) + ABS(A2-C2) + ABS(A3-C3) + ABS(A5-C5) \quad (3)$$

where the letters ABS represent the mathematical function of taking the absolute value.

Similarly, a value called "BCOR" (representing the correlation of causal neighbors in generated field C and corresponding neighbors in next field B) is calculated as follows:

5

$$\text{BCOR} = \text{ABS}(\text{B1}-\text{C1}) + \text{ABS}(\text{B2}-\text{C2}) + \text{ABS}(\text{B3}-\text{C3}) + \text{ABS}(\text{B5}-\text{C5}) \quad (4)$$

where the letters ABS again represent the mathematical function of taking the absolute value.

10 If the value of ACOR is less than the threshold value, then the value of pixel C4 is chosen to be the value of pixel A4. If the value of ACOR is equal to or greater than the threshold value, then the value of BCOR is considered. If the value of BCOR is less than the threshold value, then the value of pixel C4 is chosen to be the value of pixel B4.

15 If the value of BCOR is equal to or greater than the threshold value, then another motion compensation method may be used to obtain the value of pixel C4. For example, motion compensation techniques using block-based motion vectors may be used. As a last resort, if no other method can be found that can determine whether pixel A4 or pixel B4 is the appropriate pixel value for pixel C4, then the prior art averaging method may be used to obtain a pixel value for pixel C4.

20 The use of the causal neighbors from generated field C (i.e., pixels C1, C2, C3 and C5) that are already motion compensated helps to verify that the pixels that are being used are from the correct frame or field. The pixel values provided by the improved method of the present invention eliminate much of the blurring of the video image that results from the prior art averaging method. The pixel values provided by the improved method of the present invention give a sharply defined motion compensated video image. In cases where
25 the pixel to be selected is located in an area of the video image that is being covered (or that is being uncovered) during video image motion, the pixel values provided by the improved method of the present invention help select the better pixel of the two pixels choices. This improves the video image quality of covered (and uncovered) regions of the video image.

30 HD upconversion unit 180 performs the improved method of the present invention to select the appropriate pixels to make up generated field C. Generated field C is then interpolated (at time $T + \frac{1}{2}$) between previous frame A (at time T) and next field B (at time $T + 1$). The interpolation process is repeatedly applied to create appropriate output interlace fields ABe, BCe, CDe, DEe and EFe shown in FIGURE 3. The output of HD upconversion unit 180 is sent to HD output 190.

WO 02/37846

PCT/EP01/12717

12

The improved method of the present invention can be summarized as follows. In a first step the ACOR value (representing the correlation of causal neighbors in generated field C and corresponding neighbors of previous frame A) is calculated by adding the absolute values of the differences of the values of the causal neighbors in generated field C and the values of the corresponding neighbors in previous frame A. Then a determination is made whether the ACOR value is less than the threshold value. If the ACOR value is less than the threshold value, then the value of pixel C4 is set equal to the value of pixel A4. After the value of pixel C4 is set, the method terminates its operation.

If the ACOR value is not less than the threshold value, then the BCOR value (representing the correlation of causal neighbors in generated field C and corresponding neighbors in next field B) is calculated by adding the absolute values of the differences of the values of the causal neighbors in generated field C and the values of the corresponding neighbors in next field B. Then a determination is made whether the BCOR value is less than the threshold value. If the BCOR value is less than the threshold value, then the value of pixel C4 is set equal to the value of pixel B4. After the value of pixel C4 is set, the method terminates its operation (end step).

If the BCOR value is not less than the threshold value, then another method may be used to determine the value of pixel C4. After the value of pixel C4 is set, the method terminates its operation.

Although the present invention has been described in detail with respect to the illustrative example of a high definition (HD) progressive to interlace converter, those skilled in the art should understand that they can make various changes, substitutions and alterations herein without departing from the of the invention defined by independent Claims.

In the Claims, any reference signs placed between parentheses shall not be construed as limiting the Claim. The word "a" or "an" preceding an element does not exclude the presence of a plurality of such elements. The invention can be implemented by means of hardware comprising several distinct elements, and by means of a suitably programmed computer. In the device Claim enumerating several means, several of these means can be embodied by one and the same item of hardware. The mere fact that certain measures are recited in mutually different dependent Claims does not indicate that a combination of these measures cannot be used to advantage.

WO 02/37846

PCT/EP01/12717

13

CLAIMS:

1. a method of motion compensation comprising the steps:
calculating a correlation value (ACOR, BCOR) from the values of causal
neighbor pixels (C1, C2, C3, C5) of a generated image (C) and from the values of
corresponding neighbor pixels (A1, A2, A3, A5; B1, B2, B3, B5) of a previous image (A)
5 and/or a next image (B);
comparing said correlation value (ACOR, BCOR) with a threshold value; and
setting the value of a pixel (C4) to be created within said generated image (C)
to be equal to the value of a corresponding pixel (A4, B4) of said previous image (A) or said
next image (B) if said correlation value (ACOR, BCOR) is less than said threshold value.
10
2. The method as Claimed in Claim 1 wherein the step of calculating a
correlation value (ACOR) from the values of causal neighbor pixels (C1, C2, C3, C5) of a
generated image (C) and from the values of corresponding neighbor pixels (A1, A2, A3, A5)
of a previous image (A) comprises the step of:
15 adding the absolute values of the differences between the value of each causal
neighbor pixel (C1, C2, C3, C5) of said generated image (C) and the value of each
corresponding neighbor pixel (A1, A2, A3, A5) of said previous image (A).
3. The method as Claimed in Claim 1 wherein said threshold value has a value
20 equal to ten times the number of causal neighbor pixels (C1, C2, C3, C5) used to calculate
said correlation value (ACOR).
4. A method as Claimed in Claim 1, comprising the steps:
calculating a first correlation value (ACOR) from the values of causal
25 neighbor pixels (C1, C2, C3, C5) of the generated image (C) and from the values of
corresponding neighbor pixels (A1, A2, A3, A5) of the previous image (A);
calculating a second correlation value (BCOR) from the values of causal
neighbor pixels (C1, C2, C3, C5) of said generated image (C) and from the values of
corresponding neighbor pixels (B1, B2, B3, B5) of the next image (B);

WO 02/37846

PCT/EP01/12717

14

comparing said first correlation value (ACOR) with a first threshold value;
setting the value of a pixel (C4) to be created within said generated image (C)
to be equal to the value of a corresponding pixel (A4) of said previous image (A) if said first
correlation value (ACOR) is less than said first threshold value;

5 comparing said second correlation value (BCOR) with a second threshold
value; and

setting the value of said pixel (C4) to be created within said generated image
(C) to be equal to the value of a corresponding pixel (B4) of said next image (B) if said
second correlation value (BCOR) is less than said second threshold value.

10

5. The method as Claimed in Claim 4 wherein said first threshold value has a
value equal to ten times the number of causal neighbor pixels (C1, C2, C3, C5) used to
calculate said first correlation value (ACOR).

15

6. The method as Claimed in Claim 4 wherein said second threshold value has a
value equal to ten times the number of causal neighbor pixels (C1, C2, C3, C5) used to
calculate said second correlation value (BCOR).

20

7. A device for motion compensation, the device comprising:
means for calculating a correlation value (ACOR, BCOR), from the values of
causal neighbor pixels (C1, C2, C3, C5) of a generated image (C) and from the values of
corresponding neighbor pixels (A1, A2, A4, A5; B1, B2, B3, B5) of a previous image (A)
and/or a next image (B);

25

means for comparing said correlation value (ACOR, BCOR) with a threshold
value; and

means for setting the value of a pixel (C4) to be created within said generated
image (C) to be equal to the value of a corresponding pixel (A4, B4) of said previous image
(A) or said next image (B) if said correlation value (ACOR, BCOR) is less than said
threshold value.

30

8. A video upconversion unit (180) for generating an interpolated image using
motion vectors, comprising a motion compensation device as Claimed in Claim 7.

WO 02/37846

PCT/EP01/12717

15

9. A progressive to interlace converter (100) comprising a video upconversion unit as Claimed in Claim 8.

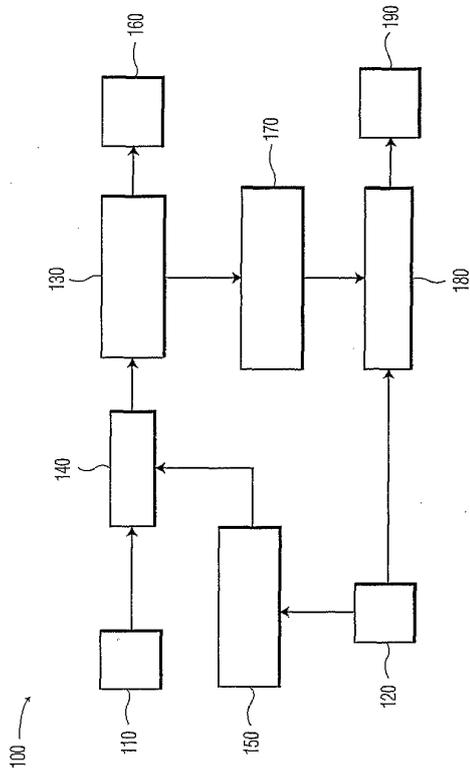


FIG. 1

WO 02/37846

PCT/EP01/12717

2/3

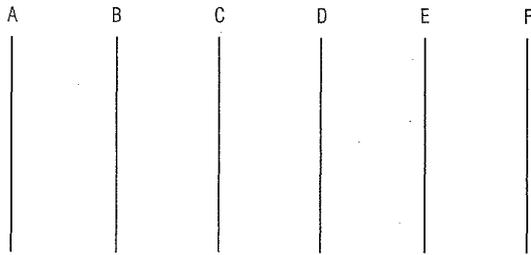


FIG. 2

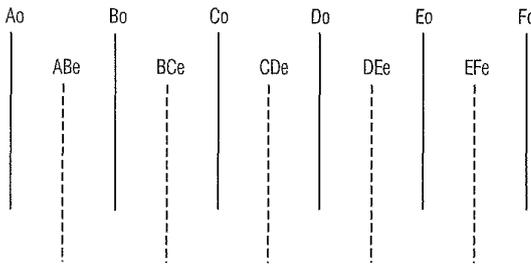


FIG. 3

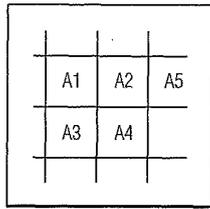


FIG. 4

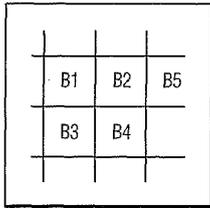


FIG. 5

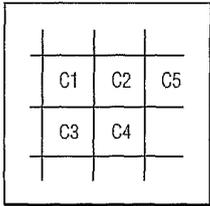


FIG. 6

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International Application No. PCT/EP 01/12717
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 H04N7/01		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 H04N		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) PAJ, EPO-Internal, WPI Data, INSPEC, COMPENDEX		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 202 (E-1353), 20 April 1993 (1993-04-20) & JP 04 343590 A (VICTOR CO OF JAPAN LTD), 30 November 1992 (1992-11-30) abstract	1-9
A	US 5 943 099 A (KIM YOUNG-TAEK) 24 August 1999 (1999-08-24) abstract figure 4 column 2, line 35 -column 23 --- -/--	1-9
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents:		
A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone **I* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art *G* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report	
7 March 2002	19/03/2002	
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2 NL - 2200 HV Rijswijk Tel: (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Gries, T	

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1999)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inventor	International Application No.
	PCT/EP 01/12717

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014, no. 429 (E-0978), 14 September 1990 (1990-09-14) & JP 02 166889 A (SONY CORP), 27 June 1990 (1990-06-27) abstract -----	1-9
A	US 5 886 745 A (HIROTSUNE SATOSHI ET AL.) 23 March 1999 (1999-03-23) abstract; figures 10,11A,12A,13A,14A,18,25 column 3, line 25 -column 5, line 54 -----	1-9
A	US 4 985 764 A (SATO KOICHI) 15 January 1991 (1991-01-15) abstract column 2, last paragraph -----	1-9
A	US 6 104 755 A (OHARA KAZUHIRO) 15 August 2000 (2000-08-15) abstract -----	1-9

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
 information on patent family members

International Application No
 PCT/EP 01/12717

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 04343590	A 30-11-1992	JP 2658625 B2	30-09-1997
US 5943099	A 24-08-1999	KR 176568 B1 JP 9214901 A	01-05-1999 15-08-1997
JP 02166889	A 27-06-1990	NONE	
US 5886745	A 23-03-1999	JP 8163511 A JP 8163573 A JP 8186802 A JP 9037214 A US 5796437 A	21-06-1996 21-06-1996 16-07-1996 07-02-1997 18-08-1998
US 4985764	A 15-01-1991	JP 2177683 A KR 9209611 B1	10-07-1990 21-10-1992
US 6104755	A 15-08-2000	NONE	

フロントページの続き

(74)代理人 100107766

弁理士 伊東 忠重

(72)発明者 ダントワーラ, ネハル

オランダ国, 5 6 5 6 アーアー アインドーフェン, プロフ・ホルストラーン 6

Fターム(参考) 5C063 BA03 BA04 BA08 BA12 CA07 CA23 CA29 CA36

5J064 AA01 BB01 BB03 BC27