

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5641671号
(P5641671)

(45) 発行日 平成26年12月17日(2014.12.17)

(24) 登録日 平成26年11月7日(2014.11.7)

(51) Int.Cl.

GO 1 B 11/04 (2006.01)
GO 1 B 11/24 (2006.01)

F 1

GO 1 B 11/04
GO 1 B 11/24H
K

請求項の数 2 外国語出願 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2007-142368 (P2007-142368)
 (22) 出願日 平成19年5月29日 (2007.5.29)
 (65) 公開番号 特開2008-26309 (P2008-26309A)
 (43) 公開日 平成20年2月7日 (2008.2.7)
 審査請求日 平成22年4月15日 (2010.4.15)
 審判番号 不服2013-11826 (P2013-11826/J1)
 審判請求日 平成25年6月21日 (2013.6.21)
 (31) 優先権主張番号 20062520
 (32) 優先日 平成18年6月1日 (2006.6.1)
 (33) 優先権主張国 ノルウェー (NO)

(73) 特許権者 507176415
 アナ・テック・アーエス
 A n a T e c A S
 ノルウェー国、3732 シーエン、クロ
 ステルガータ 33
 K l o s t e r g a t a 33, 373
 2 S k i e n, N o r w a y
 (74) 代理人 100110423
 弁理士 曽我 道治
 (74) 代理人 100111648
 弁理士 梶並 順
 (74) 代理人 100147500
 弁理士 田口 雅啓
 (74) 代理人 100166235
 弁理士 大井 一郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】物体を解析するための方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも 1 つの物体を解析するための方法であって、
 前記少なくとも 1 つの物体の画像を捕捉するための少なくとも 1 つの手段と、
 前記画像捕捉手段と前記少なくとも 1 つの物体との間の相対的な相互の動きを生成する
 ためのさらなる手段と
 を含む、少なくとも 1 つの物体を解析するための方法において、

前記物体 (複数可) は、前記画像捕捉手段の視認軸に対して実質的に垂直な平面内で動
 くことを許容され、

前記相対的な相互の動きは、前記少なくとも 1 つの物体と前記画像捕捉手段との間の相
 互の回転運動を含み、

それにより、コンピュータベースの画像解析装置において前記物体 (複数可) をさらに
 処理及び解析するために、異なる複数の角度位置において捕捉される前記物体 (複数可)
 の 2 つ以上の画像が確立され、

前記物体の最初の画像 (b_1) は時刻 t_1 において捕捉され、次の画像 (b_2) は時刻
 $t_2 = t_1 + \Delta t$ において捕捉され、

前記物体 $X(t_1)$ の中心点は、前記最初の画像 b_1 を基にして定義され、
 その後、画像 b_2 内の前記物体 $X(t_2)$ の前記中心点の位置のための推定値が計算さ
 れ、

さらに、 $X(t_2)$ 内にその中心がある許容領域が計算され、

10

20

その後、 b_2 内の 1 つの物体が前記許容領域内にその中心を有する場合には、一致が見いだされる、少なくとも 1 つの物体を解析するための方法。

【請求項 2】

前記物体の面積が一定の大きさの許容差内にある場合には、前記物体は、前記最初の画像 (b_1) 内の対応する前記物体の別の表現として受け入れられることを特徴とする、請求項 1 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、物体を解析するための方法及び装置に関する。より詳細には、本発明は、流れ又は製品サンプル内に含まれる物体を解析することに関し、その方法及び装置によれば、中でも、個々の物体のサイズ及び形状のようなデータ、及びサイズ分布のような共通データを計算するとともにモニタすることができる。10

【0002】

次々に流れる物体のような、複数の物体の流れを準備する 1 つの実施の形態は、概ね単一の層、又はカーテンを形成することであり、その場合、それらの物体は画像処理ユニットによって捕捉される。

【0003】

特許文献 1 から、自動粒子解析の方法、及びそれを実行するための手段が知られており、その特許では、物体のサイズ分布と、その粒子の望ましい形状及び色からの偏差とを求めることができる。その粒子のサンプルは、サイロから流出して、振動板まで下方に流れ、それにより、流動している物体のカーテン状の单分子膜が生成される。それらの粒子は、振動板の縁を越えて落下できるようになる。そのカーテンは照明され、少なくとも 1 つの場所において、その画像が記録される。その後、それらの画像は、特に、その流れにおける粒径分布と、望ましい形状からの偏差とに関して解析される。20

【0004】

【特許文献 1】欧州特許出願公開第 0348469 号明細書

【0005】

このタイプの解析技法に関連する 1 つの短所は、画像形成装置が、単に 2 次元 (2-D) だけの形状及び広がりを記録し、それゆえ、均質な物体又は球体の場合に最も適しているということである。しかしながら、不均質な物体を解析するとき、このタイプの従来技術の装置を用いることによっては、その粒子の第 3 の次元 (画像形成面に対して直交する次元) は、ほとんどわからないままである。30

【0006】

本発明によれば、今では、1 つの画像記録ユニットによって、実質的な 3 次元 (3-D) において物体の画像を形成するとともに物体を処理することができる。これは、物体が測定ボリュームの中を通り抜けるときに、画像記録ユニットによって個々の物体から捕捉される画像を収集するとともに計算するアルゴリズムとともに、物体を制御しながら伝搬及び回転させることによって達成される。

【0007】

これらの利点及びさらなる利点は、添付の特許請求の範囲において規定されるような本発明によって達成することができる。40

【0008】

以下の記述では、本発明が例及び図面によってさらに説明される。

【0009】

3-D 画像形成は、図 1 に示されるような構成によって実行することができる。

【0010】

ここでは、サンプルが漏斗 1 に注がれる。その後、そのサンプルは振動板 2 によって搬送され、この振動板の縁 3 から落下する。その回転は、重力の作用及び送り板上での部分的な支持に起因し、さらには振動送り板の動きにもよる。その回転は、送り板から物体が50

滑り落ちるときに開始する。

【0011】

その後、サンプル中の物体は落下するとともに回転して、測定ボリュームの中に入り、その中で、画像形成システム4が、サンプル中の物体の複数の画像を捕捉する。典型的には、個々の物体のそれぞれは、左側に付される番号によって示されるように、何度も捕捉され、その番号は、落下する多数の物体のうちの1つから捕捉される複数の事例を特定する。

【0012】

各画像内には、種々の形状及びサイズからなる多数の物体が存在する可能性がある。

【0013】

物体(複数可)は、それらの物体が測定ボリューム(又はカメラによって網羅されるエリア)を通過しているときに、物体(複数可)の複数の画像(2枚以上の画像)を与えるのに十分に高いフレーム速度を有する高速画像形成システムを用いることによって捕捉される。

【0014】

物体の回転は、それらの物体を測定ボリューム内に送り込む方法によって生成することができる。

【0015】

物体を測定ボリューム内に導入するための1つの方法は、振動送り装置を用いることであり、物体が送り装置の端部から落下するときに、物体の一部が送り装置によって支持され、物体の他の部分が重力場によって影響を及ぼされるので、重力が回転を引き起こす。このことにより、回転が引き起こされる。

【0016】

回転が確実に得られるようとするための他の方法は、物体が送り装置から離れるときに、それらの物体に作用する、或る種の機械的な励起デバイスを用いることである。このデバイスは、送り装置出口に配置される振動する「ストリング」であってもよい。

【0017】

物体を搬送するとともに回転を引き起こすための他の方法は、コンベヤベルト、空気ノズル、スライディングシステム、ドラムによる搬送等を用いることである。

【0018】

番号1、2、3、4を付された物体は、一連の画像における同じ物体である(図1を参照)。これは、物体の回転に起因して、図に示されるような異なる投影面積を与える。さらに図2を参照すると、実際に捕捉された画像が示されており、一連の画像において同じ物体が認識され、特定される。

【0019】

物理学の法則を用いることによって、一連の画像において個々の物体が認識される。これは、一連の画像において、複数回にわたり、次の位置を推定し、同じ物体(複数可)を認識するために、物体(複数可)の動きを支配する力場の特性を用いることによって果たすことができる。

【0020】

それらの物体が既知の速度を有する場合、たとえばコンベヤベルト上、液体セル内にある場合等にも、その物体を認識することができる。

【0021】

認識を果たすための他の方法は、画像形成システムに、直線運動又は回転運動のいずれかをもって物体を追跡させることである。

【0022】

物体が重力場内で落下しているときに、画像エリア内で次の位置及び動きを推定するために、物体が測定ボリューム内で観測されたときにその物体が送り装置から動いた距離を用いて、その物体が落下している時間を推定することができる。これを果たすために、送り装置から画像の上端までの距離、画像高及び画像間の時間が用いられる。これら全ての

10

20

30

40

50

情報を用いることによって、現在の画像内の物体の位置を用いることにより、物体が次の画像において有することになる位置を推定することができる。物体が測定ボリュームの中を動くときに、個々の物体を複数回にわたり認識するために、この方法は、新たな画像毎に、及び個々の画像において観測される物体毎に用いられる。

【0023】

次の位置の計算：

時間 t 内に物体が落下する距離は以下の式によって与えられる。

【0024】

【数1】

$$y = \frac{1}{2} g t^2$$

10

【0025】

振動送り装置から画像の上端までの距離 (h_t) がわかっており、また画像の高さ (h_i) 及び画像内のピクセルの数 (p_m) もわかっている。(低密度で、直径が小さな物体の場合、距離 / 時間を補正して、さらに良好な推定値を与えるために、物体の抗力係数を考慮に入れる式も用いるべきである。)

【0026】

物体が、或る特定のピクセル位置 (p_{x1}) において観測される場合には、物体が落下した距離 (p_1) は、以下のように計算することができる。

20

【0027】

【数2】

$$P_1 (p_{x1}) = h_t + \frac{h_i p_{x1}}{p_m - 1}$$

【0028】

物体が落下した時間は以下のようになる。

30

【0029】

【数3】

$$t_1 = \sqrt{2 \frac{h_t + \frac{h_i p_{x1}}{p_m - 1}}{g}}$$

【0030】

本発明者らが望むのは、この物体が、時刻

40

【0031】

【数4】

$$t_2 = t_1 + \Delta t$$

【0032】

においてカメラによって撮影される、次の画像において存在する可能性が高い位置を推定することである。

ただし、 t は、2つの画像間の時間であり、1 / F P S に等しく、F P S は毎秒撮影される画像の数である。現在の画像(時刻 t_2 における)におけるピクセル位置 (p_{x1})

50

) の関数としての、次の画像内の物体のための最も可能性が高い位置 (p_2) は、以下の式によって表すことができる。

【0033】

【数5】

$$p_2(p_{x1}) = \frac{1}{2} g \left(\frac{1}{fps} + \sqrt{2 \frac{h_t + \frac{h_i p_{x1}}{p_m - 1}}{g}} \right)^2$$

10

【0034】

最も可能性が高いピクセル位置 (p_{x2}) は、 p_2 に基づいて計算することができる。

【0035】

【数6】

$$p_{x2} = \frac{p_2 - h_t}{h_i} (p_m - 1)$$

【0036】

20

これは、前の位置 (p_{x1}) の関数として次の位置 (p_{x2}) を推定する関数を与える。

【0037】

【数7】

$$p_{x2}(p_{x1}) = \frac{(p_m - 1) \left(\frac{1}{2} g \left(\frac{1}{fps} + \sqrt{2 \frac{h_t + \frac{h_i p_{x1}}{p_m - 1}}{g}} \right)^2 - h_t \right)}{h_i}$$

30

【0038】

例

$$h_t = 0.04$$

$$h_i = 0.35$$

$$g = 9.81$$

$$p_m = 1024$$

$$fps = 50$$

【0039】

その物体の第1の観測結果、 $p_{x1} = 39$

$p_{x2}(39)$ の場合にその関数を当てはめることによって、次の推定値は 105 になり、その後、 p_{x1} として 105 を用いることによって、 $p_{x2}(105)$ が次の推定値として 182 を与える等である。

40

【0040】

【数8】

1	39
2	105
3	182
4	271
5	371
6	483
7	606
8	741
9	887
10	1044

10

【0041】

20

上記の表は、粒子が10番目の推定において画像エリアの外側に落下する(1044>1024)ので、この構成(画像高、FPS等)で、その粒子を9回観測できることを示す。

【0042】

3Dにおいて物体を解析するためのアルゴリズム

カメラ/フレームグランバーは、物体の流れている/落下している単層カーテンの2次元画像を捕捉する。捕捉された画像毎に、画像内の全ての物体が特定及び測定される。これは、物体が見いだされるまで、その画像を走査することによって果たされる。その後、物体の外周が横断され、この個々の物体のための測定が実行される。その後、その画像内の全ての物体が特定及び測定されるまで、その探索が続けられる。この結果として、対応する画像内の物体毎に1つの記録を含むリストが作成され、そのリストによって個々の物体が詳細に記述される。

30

【0043】

【数9】

$$P_{b,n} = \{A, D_A, L, X_{f-\max}, \dots\}$$

【0044】

ここで、添え字bは画像番号に等しく、添え字nは物体番号である。A、D_A、L...は、面積、面積に基づく直径、最大長、等である。

40

【0045】

定義：

画像間、すなわちt₁とt₂との間の時間

A 測定された物体の面積

D_A 面積に基づく直径

X_{f - max} フェレット径(Ferret diameter)

(b₂) 画像番号b2

(b₁) 画像番号b1、前の画像

X(t₁) 中心点、画像b₁内で時刻t₁において物体が観測された位置

X(t₂) 中心点、t₂ = t₁ + t₀において移動しており、画像b₂において観

50

測される物体の位置

L 物体の最大長

【0046】

次のステップは、画像 (b_2)において観測される物体を特定することであり、そのステップでは、前の画像 (b_1)において同じ物体が観測され、同じ物体の2つの事例に同じ物体番号を与える。

【0047】

これは、重力場のような保存力場内の物体の動きを支配する物理学の法則を適用することによって果たされる。それにより、前の画像 (b_1)内の物体が、時間 10 すなわち2つの連続する画像間の時間の間に力場内で動いた後に画像 (b_2)において有することになる位置を推定する(図3を参照)。

【0048】

その後、秒の間に落下する (b_1) 内の物体毎の位置推定値が、 (b_2) 内の物体の実際の位置と比較される。この推定値の中心点が画像平面内の特定の不確定半径内にある場合には、 (b_2) 内の実際の位置について一致が見いだされる(図4を参照)。

【0049】

(b_2) 内の物体について一致が見いだされる場合に、その物体の面積が一定のサイズ許容差内にある場合には、その物体は、 (b_1) 内の物体の別の表現として受け入れられる。その後、 (b_2) 内の物体は、 (b_1) 内の物体と同じ番号を割り当てられる。

【0050】

2つ以上の一致する物体(不確定半径内に中心点がある2つ以上の物体)が存在する場合には、 (b_1) 内の物体に最も近いサイズを有する物体が選択され、 (b_1) 内の対応する物体の番号を与えられる。

【0051】

(不確定) 許容差内に存在する物体が見いだされない場合には、 (b_2) 内の物体の位置が、 $p_{x_2}(0) + D_A / 2$ よりも大きくない限り、系列内で次に利用可能な序数の物体番号を割り当てられることになり、その後、上記物体が破棄される。

【0052】

全ての物体が番号を割り当てられるか、又は破棄されるまで、画像 (b_2) 内の全ての物体について、これが繰り返される。

【0053】

全てのサンプルが解析装置の中に通されるまで、次の画像に対して(前の画像において同じ物体を見いだすことを試みるために)同じ過程が繰り返し実行されるであろう。典型的なサンプルの場合に、10000の画像が撮影される。そして、そのサンプル内には100~10000の物体が存在することがあり、各画像内には典型的には10~100の物体が存在することがある。

【0054】

サンプルの全て/一部が解析された後に、さらに処理するために物体情報のリスト入手することができる。生成された結果の一例が表1に示される。

【0055】

10

20

30

40

【表1】

ImgNo	PartNo	A	Da	Xf— min	Xf— max
1	1	1	1. 13	0. 49	1. 43	
2	1	1. 1	1. 18	0. 32	1. 31	
3	1	1. 2	1. 24	0. 28	1. 85	
4	1	0. 9	1. 07	0. 28	1. 61	
1	2	2	1. 60	0. 42	3. 15	
2	2	2. 1	1. 64	0. 44	2. 80	
3	2	3	1. 95	1. 78	2. 33	
4	2	1. 8	1. 51	0. 58	2. 27	
2	3	5	2. 52	0. 63	2. 95	
3	3	4	2. 26	0. 64	2. 93	
4	3	3. 3	2. 05	1. 10	4. 05	
2	4	8	3. 19	0. 69	5. 92	
3	4	6	2. 76	0. 57	4. 26	
4	4	5	2. 52	1. 89	3. 97	
5	4	5. 5	2. 65	1. 09	4. 97	

表1、物体の事例の表現

10

【0056】

表1内の情報を処理することによって、物体毎により多くの測定値を入手することができる、2-Dの画像形成及び解析よりも良好な推定値を物体毎に見つけることができる。

20

【0057】

例：物体番号1の場合に、Xf-maxを1.85と推定することができ、Xf-minを0.28と推定することができ、全ての測定された面積の平均をとることによって、面積を推定することができる、等である。面積

【0058】

【数10】

$$\hat{A}$$

30

【0059】

は物体についての全ての入手可能な情報を用いることによっても推定することができる。

【0060】

【数11】

$$\hat{A} = f(A, D_A, X_{f-\min}, X_{f-\max}, \dots)$$

【0061】

ただし、より良好な推定値を与えるために、種々の最適化技法を用いることによって、関数fを見いだすことができる。（

40

【0062】

【数12】

$$\hat{A}$$

【0063】

は推定された面積を意味する。）

【0064】

L/T比（長さ／厚み）のような複雑な測定値を求めるこどもでき、本発明者らの例では、それはL/T = 1.85 / 0.28 = 6.66になるであろう。ここで、本発明者らは、見出すべき物体の4つの別個の測定値を用いている。物体番号1の最大長及び最小幅

50

である。これらの数を用いることによって、本発明者らは、物体のただ1つの測定値だけが用いられる従来の方法を用いる場合よりも良好なL/T比の推定値を得る。従来技術の方法は、物体の4つの測定値のどれが用いられるかに応じて、組[2.92、4.12、6.54、5.77、...]の結果のうちの1つを与えるであろう。

【0065】

【表2】

ImgNo	PartNo	A	Da	Xf-min	Xf-max	L/T
1	1	1	1.13	0.49	1.43	2.92
2	1	1.1	1.18	0.32	1.31	4.09
3	1	1.2	1.24	0.28	1.85	6.61
4	1	0.9	1.07	0.28	1.61	5.75
				mean	4.84	
				sdev	1.65	

表2、従来の方法に基づくL/T比

10

【0066】

そのような方法において全ての物体の全ての事例を処理することによって、従来技術よりも高い精度で、物体毎のただ1つの表現を獲得することができる。

【0067】

ただ1つの物体表現は、以下のようになることがある（表3）。

20

【0068】

【表3】

PartNo	A	Da	Xf-	Xf-	L/T
			min	max		
1	1.05	1.16	0.28	1.85	6.61	
2	2.23	1.68	0.42	3.15	7.50	
3	4.10	2.28	0.63	4.05	6.43	
4	6.13	2.79	0.57	5.92	10.39	

表3、処理後の物体情報

30

【0069】

物体に関するこの表現（表3）は、物体のサイズ分布及びその形状特性を表現するとともに解析するために一般的に利用可能なシステムにおいて入力として用いることができる。

【0070】

その新規の方法を用いて、各物体の1つの画像（又は、同じ物体として特定されなかつた同じ物体の複数の画像）だけが用いられた従来技術よりも、物体特性に関する良好な推定値を与えることができる。その後、各物体の複数の画像を用いて、最大長、最小幅、平均体積、そしてさらに複雑なサイズ特性及び形状特性のような、個々の物体のための種々のサイズ特性及び形状特性を推定することができる。

40

【0071】

この新規の発明は、動的な物体画像形成技術において大きな利点を有するであろう。より良好な推定値の一例は、最大長の測定値である。実際の最大物体長との比較において、個々の物体の各事例の最大長を測定する場合には、これらの長さのうち最大値が、特定の物体のランダムな事例の最大長よりも良好な推定値を与える。

【0072】

さらに複雑な特性は長さ/厚み比であり、その長さは個々の物体の最大長によって特徴付けられ、その厚みは同じ物体の最小幅によって特徴付けられるが、この物体の同じ事例である必要はない。

【0073】

50

個々の物体の場合の改善された推定値に基づいて、全サンプルのためのさらに正確な結果を生成することができる。

【0074】

物体の回転を生成する代わりに、その画像形成手段は、その物体を中心とした回転を実行するように構成することができる理解すべきである。画像形成手段が、物体に対して環状又は螺旋状の動きを実行する間に、上記物体は静止しており、透明な層等の上に載せられることができるか、又は重力場内又はコンベヤ上等で動くことができる。

【0075】

複数の例が粒子に関連してこれまでに説明されたが、本発明の原理が、任意のタイプの物体に対して適用できることを理解すべきである。たとえば、じゃがいも等の食品、さらには魚を分類するとき等に適用することができる。10

【図面の簡単な説明】

【0076】

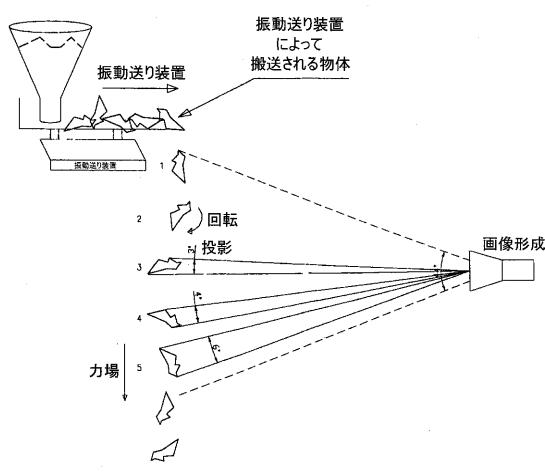
【図1】本発明による、3-D画像形成装置の主要な図である。

【図2】図1に開示される装置によって捕捉された、落下する物体の実際の画像である。

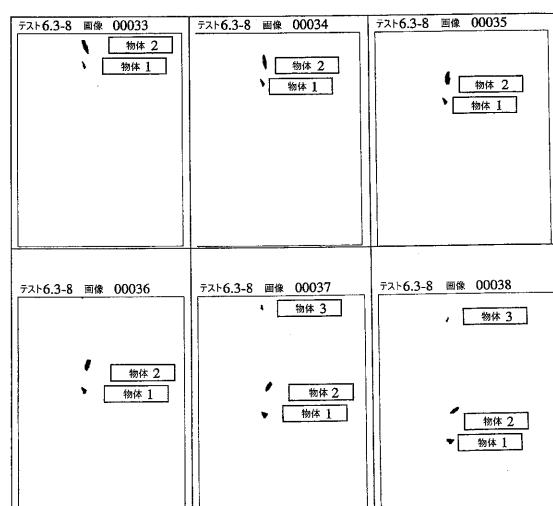
【図3】物体の位置の推定を説明する図である。

【図4】画像面内の不確定半径を説明する図である。

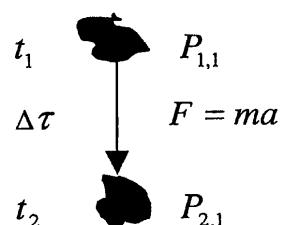
【図1】



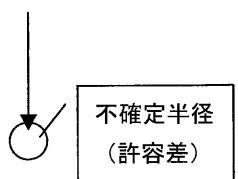
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 フロデ、ラインホル

ノルウェー国、3715 スキン、クリスティアン・ミヒエセン・ゲーテ・ノル 18

(72)発明者 テリエ、イエルゲンセン

ノルウェー国、3717 スキン、クリスティアン・エイチ・プロムズ・ゲーテ 29

合議体

審判長 酒井 伸芳

審判官 中塚 直樹

審判官 樋口 信宏

(56)参考文献 特開昭64-58387(JP,A)

特開昭61-258149(JP,A)

特開平10-35862(JP,A)

特開平8-188231(JP,A)

特開2000-266521(JP,A)

特開2004-26453(JP,A)

特開平9-145325(JP,A)

特開2005-106748(JP,A)

特開平9-107540(JP,A)

特開平3-252781(JP,A)

特表平7-508633(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01B 11/00-11/30