

インタラクティブ情報支援のための各種無電源小型情報端末

Various types of Compact Battery-less Information Terminal for Interactive Information Support

西村拓一^{*1*3} 中村嘉志^{*1} 伊藤日出男^{*1*2*3} 山本吉伸^{*1*3} 中島秀之^{*1*2*3}
 Takuichi Nishimura Yoshiyuki Nakamura Hideo Itoh Yoshinobu Yamamoto Hideyuki Nakashima

^{*1}産総研 サイバーアシスト研究センター ^{*2}北陸先端大 情報科学研究科 ^{*3}JST CREST
 Cyber Assist Research Center, AIST School of Information Science, JAIST JST CREST

One target of a ubiquitous computing environment is to aid users to get necessary information and services in a situation-dependent form. We have proposed a location- and orientation-based information support system using the Compact Battery-less Information Terminal (CoBIT). The CoBIT is a small, low cost communication terminal that works using only energy from the information carrier and the user. We realized one example of CoBIT, which downloads sound information and uploads position and orientation of the user along with signs from the user. In this paper, we show two types of CoBIT and used them in demonstration services that have been used by more than 300,000 people. Furthermore future support style for mobile users will be presented utilizing various types of CoBITs.

1. はじめに

今後、現実世界を移動中に情報支援を享受するユーザはますます増加するだろう。このとき、“pervasive”、“ubiquitous” [1]、“context-aware” [2] コンピューティングの研究分野で、最も重要となることは、「今、ここで、私に」適切な情報を提供する状況依存情報支援の実現である。[3]本論文では、状況を推測する上で重要な手がかりとなる位置に焦点を当てる。つまり、電子ブックや映画、メールなどのような「いつでも、どこでも」入手したい情報の支援ではなく、見ている展示物に関する情報や目的地への方向などユーザの位置や向いている方向に応じた場所依存の情報支援をターゲットとする。特に、乗り物を用いた高速移動時ではなくユーザが歩きながら情報支援を受ける場合に絞込み(位置に基づく歩行者情報支援)、誰でも容易に使える携帯端末の実現を目指す。

携帯端末と環境システムとを結ぶために使用されている一般的な伝達媒体は、周辺に均一(broadcast)に伝わりやすい電波と指向性の高い(narrow cast)光とに分けられる。まず、位置に基づく歩行者情報支援を実現する観点で電波について考えてみよう。屋外を対象として10m以上の広範囲に伝わる電波を利用するものとして、携帯電話、PHS、無線 LAN などが挙げられる。他のセンサを用いない場合の位置精度は、中継局から電波が届く範囲の10m以上となる。そこで、歩行者への位置に基づく情報支援を実現するためには、携帯端末の位置を推定する GPS や方位を推定する磁気などのセンサが必要となる。[4]

また、電波伝搬距離を数m以下に設定し多くの基地局を設置することで、位置依存性を出すことも研究されている。複数箇所に微弱な FM 電波を発信する装置を設置し、FM 受信機を内蔵した端末が近づくことで、特定位置における情報を取得できるシステムがその一例である。また、RF-ID タグや IC タグについては、通常1m以内の伝播距離を持つ電波を用いるため、これを複数環境に埋め込んで情報支援を行うシステム[5]も考案されている。

一般的に、光を用いた場合は電波に比べて伝播範囲が小さいことや隠れによる切断の問題が考えられる。それにもかかわら

ず、携帯端末の受信領域や受信可能なセンサの向きを簡便に設定できるという光の特長は重要である。最も重要な点は、環境側の基地局を多数設置できる環境においては、センサを内蔵しない携帯端末でも位置と向きに応じた情報支援を実現できるという点である。

このように、基地局からの光を受信できる位置および向きの端末のみが情報を入手できる特性を利用したシステムとして、トリーキングサイン[6]などがすでに開発されている。しかし、これらは、ユーザの合図などを環境装置が理解し、これに基づいて音声メッセージを返答するような、ユーザとのインタラクションは想定していない。ユーザの状況の推定は容易でないため、インタラクティブ情報支援を実現することが好ましい。位置に基づきインタラクティブに情報支援を実現するものとしては、C-MAP[7]、位置依存ショッピングシステム[8]や Cyberguide [9]が知られている。これらは、PDA など小型ディスプレイを持つ高機能通信携帯端末により情報支援を実現している。

しかし、PDA や携帯電話は個人用の小型モニタを注視することになり、実世界を移動しているメリットとも言える周辺環境や人々とのインタラクションの機会を減少させてしまう。また、様々な人が気軽に使用するためには、より容易・直感的に操作できる携帯端末が望ましい。さらに、短時間で起動してその場所の情報をすぐに提示できることや、持ち運びに便利のように小型であることも大切であろう。長期に渡って使用されることを考えるとバッテリーのメンテナンスを不要とした無電源端末を実現することが非常に肝要であろう。実際、様々なセンサや情報提示デバイスを持つ環境を前提とすれば、伝達媒体を光とすることで上記すべての条件(小型直感的、インタラクティブ、起動遅れ無し、充電不要)を満たす携帯端末を実現することは夢ではない。

そこで、我々は環境やユーザが提供するエネルギーのみで、環境側の装置およびユーザとの情報の送受信を実現する小型端末(Compact Battery-less Information Terminal: CoBIT)を用いた位置に基づく情報支援システム[10-13]を提案した。本稿では、各種 CoBIT を紹介しそれぞれの特長を明確にする。

2. CoBIT 基本システム

はじめに提案した音声ダウンロードタイプの CoBIT[10]のダウンロード手法について図 1 を用いて説明する。環境側は、音声波形にバイアスをかけて増幅し LED で照射。これにより、

連絡先: 西村拓一, 産総研サイバーアシスト研究センター,
 135-0064 江東区青海 2-41-6 臨海副都心センター4F,
 taku@ni.aist.go.jp

CoBIT の太陽電池が音声波形に従って発電し、太陽電池に直結したイヤホンから音声流れる。次に、アップロードについて説明する。環境側には、赤外 LED をカメラ光軸近くに取り付けたカメラを設置する。ただし、カメラには可視光カットフィルタを装着し、赤外光が入射しなければ真っ暗な画像を出力するようにする。CoBIT には小型コーナーキューブを埋め込んだ再帰型反射シートを装着する。従って、カメラ近くの LED から光が照射されると強力な光がカメラに戻る。これにより、CoBIT のみが輝点として観測でき、CoBIT の数やおよその位置を用意に計測できる。

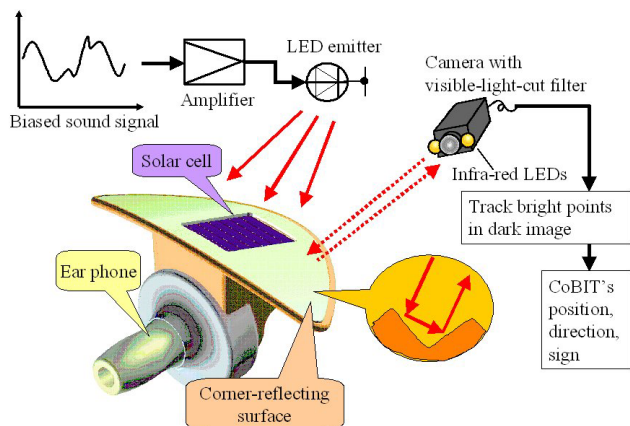


図1 CoBIT 基本システム

カメラと反射シート間の光路上に透過率を変化させる物体を置けば、情報のアップロードが可能である。また手で光路を遮る回数や時間パターンで数種の合図を送ることができる。また、CoBIT の動きパターンで合図を送ることも可能である。カメラを複数個用いれば、CoBIT の3次元位置や向きも推定できる。

CoBIT の特長は、無電源、小型、安価な端末で位置と向きに応じた情報支援がインタラクティブに必要な人に対してのみ実現できるということである。CoBIT には、形状や付加機能によって様々なバリエーションが考えられる。まず、形状としては、図2のようにセラミックフォンやヘッドフォンを基盤としたものやシート状の小型スピーカを用い RF-ID タグを内蔵したカードタイプ (CardBIT[11])、太陽電池のみをブローチのように取り付けたタイプや携帯電話内蔵などを実装している。

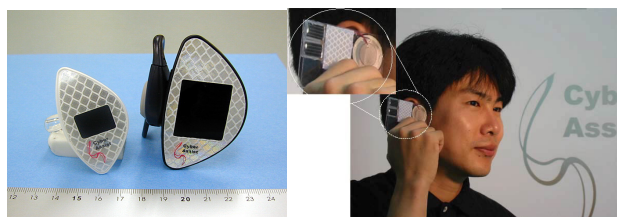


図2 実装した各種 CoBIT

光源としては、図3のようなバリエーションを作成、実際に図4のようにドラえもん展 (2002/7/13-9/23、サントリーミュージアム) および After 5 years ~ 近未来テクノロジーエキジビション ~ (2002/10/4-10/30、丸の内ビル) にて約30万人が体験した。



図3 光源のバリエーション



図4 音声情報支援

3. CoBIT ファミリー

3.1 概要

表1に各種CoBITを示した。どれも無電源小型かつ容易な操作でインタラクティブに情報支援を受けられるものである。通信は、ユーザに直に情報を提示したり、ユーザから直に情報をアップロードするユーザ通信とユーザには直接見えないところでCPUがデジタルで送受信する2種類に大別できる。さらに、ユーザ通信には音声ダウンロードおよび視覚情報の送受信が伴う。アップロードは、先のCoBITで説明した合図や位置などの情報である。今回は、視覚情報のダウンロードを説明する。CPU通信については、RF-ID を用いる CardBIT のように電波を用いることもあれば、後に紹介する Digital-CoBIT[13]のように光を用いることもある。

表1 各種CoBITの機能比較

	User communication			CPU communication	
	download	Visual		upload	download
		Audio	Upload		
CoBIT	○	○			
CardBIT	○	○		RF-ID	
ID-CoBIT	○	○		LED	
AV-CoBIT	○	○	○		
Digital-CoBIT	○	○	○	LC shutter	Solar Cell

カードタイプの CardBIT 以外は様々な形態 (耳かけ、ブローチ、帽子、携帯電話内蔵、カード、分離タイプなど) が可能である。次節以降では、太陽電池から得られるバイアス電流を用いてCPUを駆動し、LED でIDを発信する ID-CoBIT[12]、画像をも提示する AV-CoBIT[13]、液晶シャッターでユーザだけでなくデジタルアップロードと太陽電池をセンサとしたダウンロードを実現する Digital-CoBIT について説明する。

3.2 ID-CoBIT

本節では、ID-CoBIT について図5を用いて説明する。ID-CoBIT は、個人履歴や嗜好を考慮した情報支援を目指したものであり、赤外 LED により固体識別 ID を発信する。これは、高速伝送が可能な LED を短時間駆動し、それと同時に CoBIT に取り付けられた反射シート上の液晶シャッターをカメラで観測できる程度長く駆動する。これにより、環境に設置したカメラが CoBIT の位置と点滅タイミングを取得し、この点滅と同時刻に ID 受信センサで受信した ID とを対応付けることができる。カメラは常時 CoBIT の反射シートを追跡し、輝度変化時に ID 受信センサに入った ID をこの軌跡と対応付ける。このため、ID 受信を失敗しても軌跡上の前後の位置で検出した ID を用いること

でロバストな個別位置追跡が可能である。反射シートを活用するため、常時 LED で ID を発信してカメラで捉える手法に比べ端末の消費電力を抑えることができる。また、CPU の駆動のために、太陽電池出力の DC 成分をキャパシタに蓄積している。これは、LED 点灯時の消費電力が非常に大きいので、LED を使用しないときにエネルギーを蓄積しておく必要があるからである。

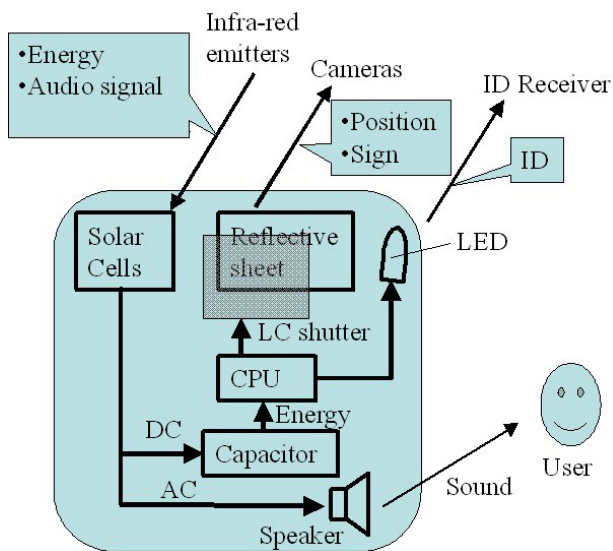


図5 ID-CoBITの構成

3.3 AV-CoBIT

視覚バージョンの視覚 CoBIT(Audio-Visual-CoBIT:AV-CoBIT)を実現するために、液晶シャッターを利用する。これは、現状使用されているフラットディスプレイ(プラズマディスプレイ、LED ディスプレイ、エレクトロルミネッセンスパネル、蛍光表示管、デジタル・マイクロミラー・デバイス、フィールド・エミッション・ディスプレイ)と比較して、バックライトを使用しなければ、電圧および消費電力が最も小さいためである。実際、ポリマーネットワーク型液晶パネル(シチズン時計製、液晶層厚 6 μ m)は絶縁状態で不透明であるが、わずかに2V の交流(50Hz)入力でも透明となり視覚的な情報を表現できる。

基本的な視覚 CoBIT の構成図を図6に示す。従来のCoBITと同様に太陽電池からエネルギーを取得するが、環境側のCoBIT用の光源からは送出したい視覚情報に応じて液晶シャッター駆動用の信号を付加する。つまり、CoBIT光源にはバイアス電流と音声用の交流以外に、液晶シャッター駆動交流が重なることになる。ここで、音声の帯域をハイパスフィルタで制限することで、音声配信中に液晶シャッターが誤動作しないようにする。これによって、CoBIT光源には図7のようにDC成分にエネルギー、50Hzに液晶シャッター駆動信号、それ以上の周波数に音声信号が含まれることになる。ユーザは、モルス信号のように液晶シャッターの時間変化のパターンから複数通りのメッセージを受け取ることもできる。アップロード用の反射シートを検出するカメラについては変更ない。

次に、図6を用いて視覚 CoBIT を説明する。太陽電池(1セルで最大 0.6V 出力)は、液晶シャッター(駆動電圧2V)を駆動できるように4セル直列以上のものを用いる。また、スピーカは、セラミックフォンなどのように50Hz程度の低周波を再生できないタイプを用いるか、ハイパスフィルタ(コイルなど単純なパッシブ回路で可能)を太陽電池とスピーカ間に挿入する。これにより、液晶シャッター駆動用の信号音が耳に入らないようにする。液

晶シャッターには、音声信号の高周波も入るが振幅が小さく誤って駆動することがないようにCoBIT光源を設定する。もし、困難な場合は、太陽電池と液晶シャッターの間にローパスフィルタ(キャパシタでも十分)を挿入する。

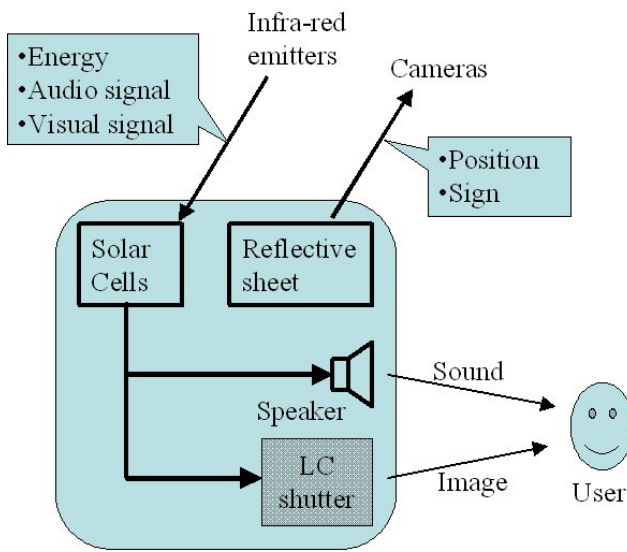


図6 視覚 CoBITの基本構成

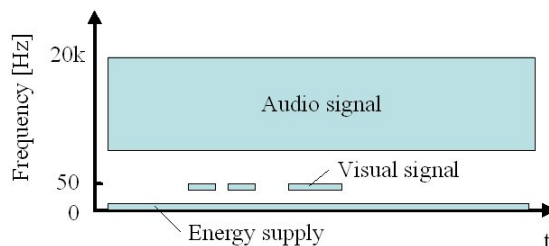


図7 視覚 CoBIT用の光源の周波数特性

図6で示した視覚 CoBIT は、4 個のパーツからなっているが、利用形態に応じて様々な配置が考えられる。例えば、イヤホンタイプにする場合は、液晶シャッター部分のみを眼鏡の端に取り付ける。これにより、向き応じた音声情報のほかに、必要に応じて視覚で情報を受け取ることができる。この場合、小型化が必要なため直径 1mm 程度の球状太陽電池[14]を複数個直列にすることも有用である。また、カードタイプでは、カード上の液晶シャッターを見ながら方向を変化させれば、どの方向から情報が来ているか確認できる。特に、聴覚障害者に対しては、距離に応じて液晶シャッターの濃さも変わるので方向だけでなく対象までの距離も判定できる。

さらに、図8のように液晶シャッターを反射シートの上に置くことも考えられる。CoBITシステムでは、照射方向を制御できる複数のビーム光源と複数のカメラを用いる場合がある。これにより、個々のユーザに異なる音声情報を送ることができる。このとき、カメラで反射シートの点滅パターンを観測すれば、このCoBITがどの光源からの光を受光しているか、判別できる。カメラと光源のキャリブレーションや(反射シートのみではなく)正常なCoBITである確認に有効な構成である。

複数の液晶シャッターを駆動するためには、3通りの方法が考えられる。まずは、CoBIT光源の光の波長を複数使い、各波長のみを投下する光学フィルタを表面に設置した太陽電池を用いる方法である。それぞれの太陽電池に接続した液晶シャッターは独立に駆動できる。2番目は、CoBIT光源およびCoBITの太陽電池表面に偏光フィルタを用いる方法である。この方法

は、ユーザが CoBIT を傾ける可能性があるため、あまり多くのチャンネルは期待できない。最後の方法は、搬送波を用いる方法である。図7の20kHz以上の帯域に搬送波を設定、CoBITに同調回路と検波回路をチャンネル数分付加することで多チャンネル同時受信が可能である。数 cm 程度の太陽電池は、50kHz程度までレスポンスがあるため数チャンネルは確保できる。さらに、液晶ディスプレイを駆動する信号を送り、直接画像を表示することも考えられる。

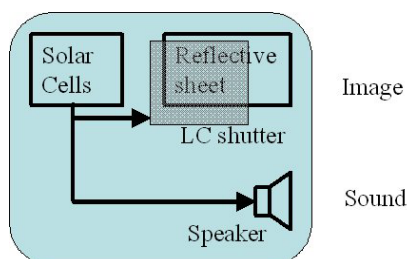


図8 視覚 CoBIT の変形

3.4 デジタル CoBIT

ID-CoBIT では、デジタルで受信しないため内部に書き換え可能なメモリを持つ意味が無かった。しかし、メモリをもちデジタルダウンロード可能なデジタル CoBIT では、個人情報や環境から入手した情報を内部に蓄えることができる。また、認証処理など CPU の演算機能を活用することもできる。

デジタル CoBIT の構成を図9に示す。環境からの赤外光には、デジタル信号も付加されている。このため、CoBIT 内部では、このデジタル信号(可聴域よりたかい周波数帯)を取り出すためバンドパスフィルタを用いる。CPU がダウンロード情報を解析し、これに基づいて必要なアップロードを液晶シャッターによって行う。アップロードを短時間高速で実現するためには LED を用いることもできるが、カメラにより CoBIT の位置を安定に検出できていれば、液晶シャッターのみで十分なことが多い。通常のカメラによるアップロードは、フレームレートが毎秒30であることを考えると数 bps 程度であるが、反射シートにより位置を安定して追跡できるため、過去の情報を用いた情報支援ができる。

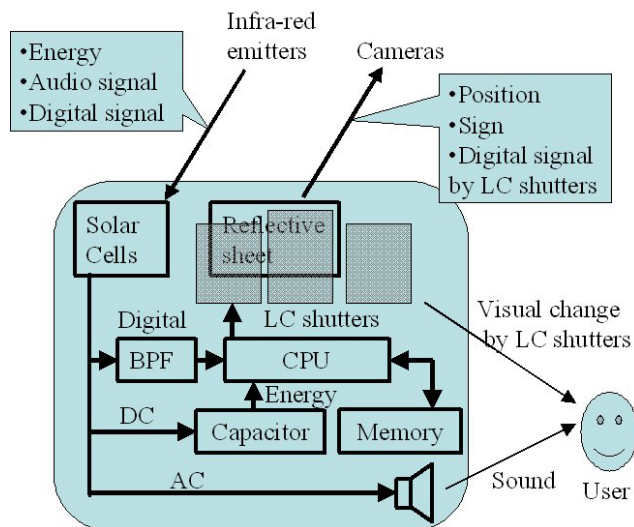


図9 デジタル CoBIT

また、前節の視覚 CoBIT のようにユーザへの視覚提示用の液晶シャッターを用意することもできる。消費電力は、LED を用いる ID-CoBIT より 1 桁程度小さいため数 cm 程度の太陽電池でも駆動できる。ただし、視覚 CoBIT と同様、CPU を駆動する

ために必要な2V以上の電圧が必要である。図9の構成に付加して1, 2個のボタンを取り付け、ユーザの合図をアップロードすることも可能である。

4. まとめ

位置・向きに基づくインタラクティブ情報支援のために、直感的な操作で起動時間ほぼ0秒の充電不要な各種CoBITを紹介した。今後は、適材適所でCoBITと各種携帯端末との連携が可能な情報支援インフラを整え、AI技術を用いた知的情報支援を実現したい。

参考文献

- [1] M. Weiser, Some Computer Science Issues in Ubiquitous Computing. Communications of the ACM, 36(7), pp.74-84. (1993).
- [2] Schilit, B., Adams, N., and Want, R. Context-Aware Computing Applications. IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications (1994).
- [3] H. Nakashima and K. Hasida, "Location-based communication infrastructure for situated human support," In Proc. SCI 2001, pp.47-51 (2001).
- [4] Reginald G. Golledge et al.: Personal Guidance System for the Visually Impaired, Proc. First Annual International ACM/SIGCAPH Conf. on Assistive Technologies, 1994.
- [5] Roy Want, Andy Hopper, Veronica Falcao and Jonathan Gibbons. The Active Badge Location System. ACM Transactions on Information Systems, Vol. 10, No. 1, January 1992, pp 91-102.,
- [6] J. Brabyn and L. Brabyn, "Speech Intelligibility of the Talking Signs," Journal of Visual Impairment Blindness, JVIB, Vol.76, pp.77-78 (1982).
- [7] Sumi, Y., Etani, T., Fels, S., Simonet, N., Kobayashi, K. and Mase, K.: C-MAP: Building a context-aware mobile assistant for exhibition tours, The First Kyoto Meeting on Social Interaction and Community ware, June 1998.
- [8] T. Bohnenberger, A. Jameson, A. Kruger, and A. Butz, "Location-Aware Shopping Assistance: Evaluation of a Decision-Theoretic Approach," Proceedings of the Fourth International Symposium on Human Computer Interaction with Mobile Devices (Mobile-HCI-02), ACM Press, 2002.
- [9] G.D. Anowd, C.G. Atkeson, J. Hong, S. Long, R. Kooper, and M. Pinkerton, "Cyberguide: A mobile context-aware tour guide," Wireless Networks, vol.3, no.5, pp.421-433, 1977.
- [10] 西村拓一, 伊藤日出男, 山本吉伸, 中島秀之: 無電源小型通信端末を用いた位置に基づく状況支援システム, 情報処理学会研究会報告, 2002-ICII-2, pp.1-6 (2002).
- [11] 中村嘉志, 西村拓一, 伊藤日出男, 中島秀之: 位置に基づく個別情報支援のための ID 出力無電源小型情報端末 ID-CoBIT, 情報処理学会研究会報告, 2002-ICII-4, 発表番号 2 (2002).
- [12] 中村嘉志, 西村拓一, 伊藤日出男, 中島秀之: カード型情報端末 CardBIT を用いた状況依存インタラクション, 情報処理学会研究会報告, 2002-ICII-4, 発表番号 20 (2002).
- [13] 西村 拓一, 中村 嘉志, 伊藤 日出男, 山本 吉伸, 中島 秀之: 視覚 CoBIT とデジタル CoBIT の提案, DICOMO2003.
- [14] Spherical Solar Cells Solve Issue of 3-D Sunlight Reception, pp. 45-48, AEI February 2003, Dempa Publications Inc. (2003).