



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 99815952.2

[45] 授权公告日 2005 年 10 月 26 日

[11] 授权公告号 CN 12225058C

[22] 申请日 1999.12.22 [21] 申请号 99815952.2

[30] 优先权

[32] 1998.12.22 [33] KR [31] 1998/57417

[86] 国际申请 PCT/KR1999/000812 1999.12.22

[87] 国际公布 WO2000/038276 英 2000.6.29

[85] 进入国家阶段日期 2001.7.31

[71] 专利权人 谢世技术株式会社

地址 韩国汉城市

[72] 发明人 崔胜元

审查员 陈玉华

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

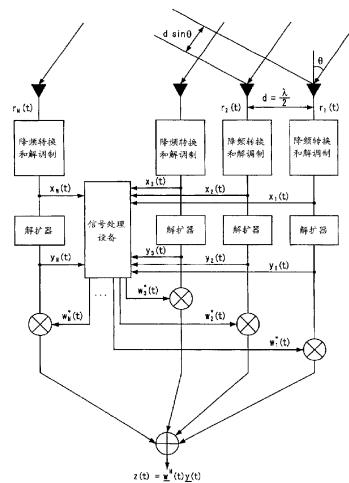
代理人 邵亚丽

权利要求书 8 页 说明书 12 页 附图 2 页

[54] 发明名称 计算天线阵列系统最优权向量的信号处理方法和设备

[57] 摘要

本发明涉及一种自适应阵列天线信号处理方法和设备。目的是提出计算阵列天线系统次优权向量的自适应程序，该阵列天线系统提供在盲信号环境下在沿移动目标信号源方向上具有其最大增益的光束模式，其中，在盲信号环境下，在接收机上，发射数据是未知的(或不被估计的)。本发明的最终目标是提出一种实用的方法，通过使 SINR(信号对干扰 + 噪声的比率)最大的阵列系统的最优权向量来提高通信的质量和通信的容量。为了实现该目标，按照这样的方法来修改拉格朗日乘子方法，以便产生具有大约 $O(8N)$ 计算负载的次优权向量，这种方法，计算负载足够小，能在大多数带有现用的数字信号处理器(DSP)的陆地移动通信中进行实时信号处理，其中，N 指该阵列的天线元素的数量。



1. 一种基于拉格朗日公式、计算天线阵列系统权向量的信号处理方法，该天线阵列系统包括一个具有天线元素的阵列天线和执行接收信号的降频
5 转换、解调和解扩频的信号处理设备，该信号处理方法包括步骤：

- a) 设置初始权向量 w ；
- b) 利用在当前的迭代中的接收信号更新当前自协方差矩阵，所述接收信号分别为前相关和后相关接收信号向量；
- c) 利用权向量 w 、前相关和后相关接收信号向量、预置的自适应增益
10 的自协方差矩阵计算拉格朗日乘子，并预置当前迭代的自适应增益；
- d) 利用当前的权向量、拉格朗日乘子、自适应增益、前相关信号的自协方差矩阵、后相关信号的自协方差矩阵更新权向量。

2. 如权利要求 1 所述的方法，其中，当在阵列天线几何正中心有天线
元素时，将位于阵列天线中心的一个天线元素选为参考天线元素，以使其它
15 天线元素的信号相位与位于阵列几何中心的天线元素的信号相位同步。

3. 如权利要求 2 所述的方法，其中，当在阵列几何正中心没有任何元
素时，参考天线元素位于离阵列几何中心最近的位置上。

4. 如权利要求 1 所述的方法，其中，分别根据数学操作，
20 $R_x \leftarrow fR_x + x(n)x(n)^H$ 和 $R_y \leftarrow fR_y + y(n)y(n)^H$ ，更新前相关信号的自协方差矩
阵，这里， R_x 表示前相关信号的自协方差矩阵， R_y 表示后相关信号的自协方
差矩阵， f 是预置的遗忘因子， $x(n)$ 和 $y(n)$ 分别是前相关和后相关信号向量，
 H 是埃密特算子。

5. 如权利要求 1 所述的方法，分别通过 $R_x = x(0)x(0)^H$ 和 $R_y = y(0)y(0)^H$ 得
到自协方差矩阵，用作第一轮迭代，这里， $x(n)$ 和 $y(n)$ 分别表示前相关和后
25 相关信号向量， H 表示埃密特算子。

6. 如权利要求 1 所述的方法，其中，在步骤 c) 中，根据在当前迭代
中的权向量、自协方差矩阵和预置的自适应增益，按照下式计算拉格朗日乘
子，

$$\lambda = \frac{|b - \sqrt{(b^2 - ac)}|}{a}$$

30 其中， w 表示权向量、 R_x 和 R_y 表示自协方差矩阵、 μ 表示预置的自适应增益、

$$a = \mu w^H R_x^3 w, \quad b = \frac{(2w^H R_x^2 w + \mu w^H R_x^2 R_y w + \mu w^H R_y R_x^2 w)}{2}$$

$c = \mu w^H R_y R_x R_y w + w^H R_x R_y w + w^H R_y R_x w$ 和 H 表示埃密特算子；以及

在步骤 d) 中，根据 $w \leftarrow w + \mu |R_y w - \lambda R_x w|$ 来从当前迭代中的权向量更新权向量。

5 7. 如权利要求 1 或 6 所述的方法，包括的步骤：

每当在每轮迭代中有权向量更新时，对于前相关信号向量及其自协方差矩阵，通过 $w^H R_x w = 1$ 标准化权向量，这里，x 和 R_x 分别表示前相关信号向量及其自协方差矩阵，H 表示埃密特算子。

10 8. 如权利要求 7 所述的方法，其中所述步骤 c) 包括通过 $\lambda = w^H R_y w$ ，从当前迭代中的权向量、后相关信号向量及其自协方差矩阵计算拉格朗日乘子的步骤，其中，w 表示当前迭代中的权向量，y 和 R_y 分别表示后相关信号向量及其自协方差矩阵。

15 9. 如权利要求 1 所述的方法，其中，在步骤 c) 中，根据在当前迭代中的从权向量、自协方差矩阵和预置的自适应增益按照 $\lambda = \frac{|b - \sqrt{(b^2 - ac)}|}{a}$ 计算拉格朗日乘子，其中，w 表示权向量， R_x 和 R_y 表示自协方差矩阵， μ 表示预置的自适应增益， $a = \mu w^H R_y^3 w$ ， $b = \frac{(-2w^H R_y^2 w + \mu w^H R_y^2 R_x w + \mu w^H R_x R_y^2 w)}{2}$ ，
 $c = \mu w^H R_x R_y R_x w - w^H R_y R_x w - w^H R_x R_y w$ 和 H 表示埃密特算子；以及
 在步骤 d) 中，从当前迭代中的权向量根据 $w \leftarrow w - \mu |R_x w - \lambda R_y w|$ 更新权向量，其中，w 表示当前迭代中的权向量。

20 10. 如权利要求 9 所述的方法，进一步包括的步骤：

每当在每轮迭代中有权向量更新时，对于后相关信号向量及其自协方差矩阵通过 $w^H R_y w = 1$ 标准化权向量，其中，y 和 R_y 分别表示后相关信号向量及其自协方差矩阵。

11. 如权利要求 10 所述的方法，进一步包括步骤：

25 从当前迭代中的权向量、前相关信号向量及其自协方差矩阵，通过 $\lambda = w^H R_x w$ 计算拉格朗日乘子，其中，w 表示当前迭代中的权向量，x 和 R_x 分别表示前相关信号向量及其自协方差矩阵。

12. 一种计算自适应天线阵列系统权向量的信号处理方法，该天线阵列系统包括一个具有天线元素的阵列天线和执行接收信号的降频转换、解调和

解扩频的信号处理设备，该信号处理方法包括步骤：

- a) 设置初始权向量；
- b) 从前相关信号向量、后相关信号向量、权向量和预置的自适应增益计算拉格朗日乘子；
- 5 c) 从当前迭代中的权向量、拉格朗日乘子、自适应增益以及前和后相关信号向量更新权向量。

13. 如权利要求 12 所述的方法，其中，当在阵列天线几何正中心有天线元素时，将位于阵列天线中心的一个天线元素选为参考天线元素，以使其它天线元素的信号相位与位于阵列几何中心的天线元素的信号相位同步。

10 14. 如权利要求 13 所述的方法，其中当在阵列几何正中心没有任何元素时，参考天线元素位于离阵列几何中心最近的位置上。

15 15. 如权利要求 12 所述的方法，其中，从信号向量以及在当前迭代中的权向量，通过 $\lambda = \frac{|b - \sqrt{(b^2 - ac)}|}{a}$ 计算拉格朗日乘子，其中， x 和 y 为信号向量， w 为在当前迭代中的权向量， a 、 b 、 c 分别由下式得到 $a = \mu|\delta|^2\alpha^2$ ，
 $b = |\delta|^2\alpha + \mu\alpha \operatorname{Re}[\gamma\delta z^*]$ ， $c = \mu|\gamma|^2|z|^2 + 2\operatorname{Re}[\gamma\delta z^*]$ ，其中 $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ ，及最终的阵列输出分别由 $x^H x \equiv \alpha$ ， $y^H y \equiv \beta$ ， $x^H y \equiv \gamma$ ， $w^H x \equiv \delta$ ，和 $z = w^H y$ 定义，其中 $\operatorname{Re}[\cdot]$ 指复数“.”的实数部分和 H 表示埃密特算子；以及

20 根据当前迭代中的权向量、拉格朗日乘子、自适应增益、信号向量，阵列输出和 $\delta \equiv w^H x$ ，通过 $w \leftarrow w + \mu|yz^* - \lambda x\delta^*|$ 更新权向量，其中， λ 表示拉格朗日乘子， μ 为自适应增益， z 表示阵列输出。

16. 如权利要求 12 的方法，进一步包括步骤：

通过 $|w^H x|^2 = 1$ ，标准化有关前相关信号向量的权向量，其中， x 表示前相关信号向量， w 为在当前迭代中的权向量和 H 表示埃密特算子。

17. 如权利要求 12 的方法，进一步包括：

25 通过 $\lambda = |z|^2$ ，从阵列输出计算拉格朗日乘子， z 表示阵列输出， λ 表示拉格朗日乘子。

18. 如权利要求 12 所述的方法，其中所述的步骤(b)包括步骤：

b1) 从信号向量、当前迭代的权向量、预置的自适应增益，通过公式
 $\lambda = \frac{|b - \sqrt{(b^2 - ac)}|}{a}$ 计算拉格朗日乘子，其中， w 表示权向量， μ 表示预置的

自适应增益， x 和 y 表示信号向量， a 、 b 、 c 分别由下式得到 $a = \mu|z|^2\beta^2$ ，
 $b = -|z|^2\beta + \mu\beta \operatorname{Re}[z\delta^*\gamma^*]$ ， $c = \mu|\gamma|^2|\delta|^2 - 2\operatorname{Re}[\gamma^*\delta^*z]$ ， $z = w^H y$ ，其中 $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ ，

及最终的阵列输出分别由 $x^H x \equiv \alpha$ ， $y^H y \equiv \beta$ ， $x^H y \equiv \gamma$ ， $w^H x \equiv \delta$ ，和 $z = w^H y$ 定义， $\operatorname{Re}[\cdot]$ 指复数“.”的实数部分， z 表示最终的阵列输出和 H 表示埃密特算子；

5 以及

b2) 从当前迭代的权向量、拉格朗日乘子、自适应增益、信号向量、阵列输出和 $\delta \equiv w^H x$ ，通过 $w \leftarrow w - \mu|yz^* - \lambda x\delta^*|$ 更新权向量。

19. 如权利要求 18 所述的方法，进一步包括步骤：

通过 $|w^H y|^2 = 1$ ，标准化有关后相关信号向量的权向量，其中， y 表示后

10 相关信号向量。

20. 如权利要求 19 所述的方法，进一步包括步骤：

从当前迭代的权向量和前相关信号向量，通过 $\lambda = |w^H x|^2$ 计算拉格朗日乘子。

21. 如权利要求 12 或 19 所述的方法，进一步包括步骤：

15 将权向量的每个元素除以相应于参考天线元素的权向量的元素。

22. 如权利要求 12 或 19 所述的方法，进一步包括：

将权向量的幅值标准化为 1。

23. 如权利要求 12 或 19 的方法，进一步包括步骤：

将权向量的幅值标准化为任意的数值。

20 24. 一种基于拉格朗日公式的信号处理设备，用于提供天线阵列系统的权向量，该天线阵列系统包括具有多个天线元素的阵列天线和执行接收信号的降频转换、解调和解扩频的信号处理装置，所述信号处理设备包括：

一个设定初始权向量的装置；

一个关于当前迭代中的 $x(n)$ 和 $y(n)$ 更新当前自协方差矩阵的装置， $x(n)$

25 和 $y(n)$ 分别是前相关和后相关接收信号向量；

一个利用权向量、前相关和后相关接收信号向量的自协方差矩阵以及预置的当前迭代的自适应增益计算拉格朗日乘子的装置；

一个利用当前的权向量、拉格朗日乘子、自适应增益、前相关信号的自协方差矩阵、后相关信号的自协方差矩阵更新权向量的装置。

30 25. 如权利要求 24 所述的设备，其中，当在阵列天线几何正中心有天

线元素时，将位于阵列天线中心的一个天线元素选为参考天线元素，以使其它天线元素信号相位与位于阵列几何中心的天线元素的信号相位同步。

26. 如权利要求 25 所述的方法，其中当在阵列几何正中心没有任何元素时，参考天线元素位于离阵列几何中心最近的位置上。

5 27. 如权利要求 24 所述的设备，其中，前相关信号的自协方差矩阵和后相关信号的自协方差矩阵分别根据 $R_x \leftarrow fR_x + x(n)x(n)^H$ 和 $R_y \leftarrow fR_y + y(n)y(n)^H$ 进行更新，其中，f 是预置的遗忘因子，x(n) 和 y(n) 分别是前和后相关信号向量，H 表示埃密特算子， R_x 表示前相关信号的自协方差矩阵和 R_y 表示后相关信号的自协方差矩阵。

10 28. 如权利要求 24 所述的设备，自协方差矩阵分别由 $R_x = x(0)x(0)^H$ 和 $R_y = y(0)y(0)^H$ 确定，用作第一轮迭代，这里，x(n) 和 y(n) 分别表示前相关和后相关信号向量，H 表示埃密特算子。

29. 如权利要求 24 所述的设备，其中，根据当前迭代中从权向量、自协方差矩阵以及预置增益，按照 $\lambda = \frac{|b - \sqrt{(b^2 - ac)}|}{a}$ 计算拉格朗日乘子，其中，

15 w 表示从权向量、 R_x 和 R_y 表示自协方差矩阵、 μ 表示预置的自适应增益、

$$a = \mu w^H R_x^2 w, \quad b = \frac{(2w^H R_x^2 w + \mu w^H R_x^2 R_y w + \mu w^H R_y R_x^2 w)}{2},$$

$c = \mu w^H R_y R_x R_y w + w^H R_x R_y w + w^H R_y R_x w$ 和 H 表示埃密特算子；以及

根据当前迭代的权向量、拉格朗日乘子、预置的增益和自协方差矩阵，按照 $w \leftarrow w + \mu |R_y w - \lambda R_x w|$ 更新权向量。

20 30. 如权利要求 24 或 29 所述的设备，包括：

一个装置，每当权向量在每轮迭代中得到更新时，对于前相关信号向量及其自协方差矩阵，通过 $w^H R_x w = 1$ 标准化权向量，这里，x 和 R_x 分别表示前相关信号向量及其自协方差矩阵和 H 表示埃密特算子。

31. 如权利要求 24 所述的设备，包括：

一个装置，从当前迭代的权向量、后相关信号向量及其自协方差矩阵，通过 $\lambda = w^H R_y w$ 计算拉格朗日乘子，其中，w 表示当前迭代中的权向量，y 和 R_y 分别表示后相关信号向量及其自协方差矩阵， λ 表示拉格朗日乘子和 H 表示埃密特算子。

32. 如权利要求 24 所述的设备，其中，根据权向量、自协方差矩阵和

当前迭代的预置自适应增益，按照 $\lambda = \frac{b - \sqrt{(b^2 - ac)}}{a}$ 计算拉格朗日乘子，其中， w 表示权向量， R_x 和 R_y 表示自协方差矩阵， μ 表示预置的自适应增益， $a = \mu w^H R_y^3 w$ ， $b = \frac{(-2w^H R_y^2 w + \mu w^H R_y^2 R_x w + \mu w^H R_x R_y^2 w)}{2}$ ， $c = \mu w^H R_x R_y R_x w - w^H R_y R_x w - w^H R_x R_y w$ 和 H 表示埃密特算子；以及

5 根据当前迭代的权向量、拉格朗日乘子、预置的自适应增益和自协方差矩阵，按照 $w \leftarrow w - \mu |R_x w - \lambda R_y w|$ 更新权向量，其中， w 表示当前迭代中的权向量， λ 表示拉格朗日乘子， μ 表示预置的自适应增益， R_x 和 R_y 表示自协方差矩阵。

33. 如权利要求 32 所述的设备，进一步包括：

10 一个装置，每当权向量在每轮迭代中得到更新时，对于后相关信号向量及其自协方差矩阵，通过 $w^H R_y w = 1$ 标准化权向量，其中， y 和 R_y 分别表示后相关信号向量及其自协方差矩阵。

34. 如权利要求 33 所述的设备，包括：

15 一个装置，从当前迭代的权向量、前相关信号向量及其自协方差矩阵，通过 $\lambda = w^H R_x w$ 计算拉格朗日乘子，其中， w 表示当前迭代中的权向量， x 和 R_x 分别表示前相关信号向量及其自协方差矩阵。

35. 一种提供自适应天线阵列系统权向量的信号处理设备，该自适应天线阵列系统包括一个具有天线元素的阵列天线和执行接收信号的降频转换、解调和解扩频的信号处理设备，包括：

20 一个用于设定初始权向量的装置；

一个装置，从前相关信号向量、后相关信号向量、权向量和预置的自适应增益，计算拉格朗日乘子；

一个装置，从当前迭代的权向量、拉格朗日乘子、自适应增益、前相关信号和后相关信号向量更新权向量。

25 36. 如权利要求 35 所述的设备，其中，当在阵列天线几何正中心有天线元素时，将位于阵列天线中心的一个天线元素选为参考天线元素，以使其它天线元素的信号相位与位于阵列几何中心的天线元素的信号相位同步。

37. 如权利要求 36 所述的方法，其中当在阵列几何正中心没有任何元素时，参考天线元素位于离阵列几何中心最近的位置上。

38. 如权利要求 35 所述的设备，其中，根据信号向量以及在当前迭代的权向量，通过 $\lambda = \frac{b - \sqrt{(b^2 - ac)}}{a}$ 计算拉格朗日乘子，其中， x 和 y 为信号向量， w 为在当前迭代中的权向量， a 、 b 、 c 分别由下式得到 $a = \mu|\delta|^2\alpha^2$ ， $b = |\delta|^2\alpha + \mu\alpha \operatorname{Re}[\gamma\delta z^*]$ ， $c = \mu|\gamma|^2|z|^2 + 2\operatorname{Re}[\gamma\delta z^*]$ ，其中 $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ 及最终的阵列输出分别由 $x^H x \equiv \alpha$, $y^H y \equiv \beta$, $x^H y \equiv \gamma$, $w^H x \equiv \delta$, 和 $z = w^H y$ 定义， $\operatorname{Re}[\cdot]$ 指复数“.”的实数部分和 H 表示埃密特算子；以及

根据当前迭代的权向量、拉格朗日乘子、自适应增益、信号向量，阵列输出和 $\delta \equiv w^H x$ ，通过 $w \leftarrow w + \mu|yz^* - \lambda x\delta^*|$ 更新权向量，其中， λ 表示拉格朗日乘子， μ 为自适应增益， z 表示阵列输出。

10 39. 如权利要求 35 所述的设备，进一步包括：

一个装置，通过 $|w^H x|^2 = 1$ ，标准化有关前相关信号向量的权向量，其中， x 表示前相关信号向量， w 为在当前迭代中的权向量和 H 表示埃密特算子。

40. 如权利要求 39 所述的设备，包括：

一个装置，从阵列输出通过 $\lambda = |z|^2$ 计算拉格朗日乘子， z 表示阵列输出，
15 λ 表示拉格朗日乘子。

41. 如权利要求 35 所述的设备，其中，根据信号向量、在当前迭代的权向量以及预置的自适应增益，通过 $\lambda = \frac{b - \sqrt{(b^2 - ac)}}{a}$ 计算拉格朗日乘子，

其中， w 表示权向量， μ 表示预置的自适应增益， x 和 y 表示信号向量， a 、 b 、 c 分别由下式得到 $a = \mu|z|^2\beta^2$ ， $b = -|z|^2\beta + \mu\beta \operatorname{Re}[z\delta^*\gamma^*]$ ，

20 $c = \mu|\gamma|^2|\delta|^2 - 2\operatorname{Re}[\gamma^*\delta^*z]$ ， $z = w^H y$ ，其中 $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ 及最终的阵列输出分别由 $x^H x \equiv \alpha$, $y^H y \equiv \beta$, $x^H y \equiv \gamma$, $w^H x \equiv \delta$, 和 $z = w^H y$ 定义， $\operatorname{Re}[\cdot]$ 指复数“.”的实数部分， z 表示最终的阵列输出和 H 表示埃密特算子；以及

根据当前迭代的权向量、拉格朗日乘子、自适应增益、信号向量、阵列输出和 $\delta \equiv w^H x$ ，通过 $w \leftarrow w - \mu|yz^* - \lambda x\delta^*|$ 更新权向量。

25 42. 如权利要求 41 所述的设备，进一步包括：

一个装置，通过 $|w^H y|^2 = 1$ ，标准化有关后相关信号向量的权向量，其中， y 表示后相关信号向量。

43. 如权利要求 42 所述的设备，包括：

一个装置，从当前迭代的权向量、前相关信号向量，通过 $\lambda = |w^H x|^2$ 计算拉格朗日乘子。

44. 如权利要求 35 或 42 所述的设备，进一步包括：

一个装置，将权向量的每个元素除以相应于参考天线元素的权向量的元
5 素。

45. 如权利要求 35 或 42 所述的设备，进一步包括：

一个装置，将权向量的幅值标准化为 1。

46. 如权利要求 35 或 42 所述的设备，进一步包括：

一个装置，将权向量的幅值标准化为任意数值。

10 47. 一种信号处理方法，用于具有多个预定配置的天线元素并且在所述天线元素之间具有间隔的阵列天线系统，该方法包括步骤：

基于权向量获得所述接收阵列天线系统的最终阵列输出，其中，该权向量是根据相应于归纳的特征方程的最大特征值的特征向量确定的，所述特征方程是由接收信号的前相关和后相关接收信号向量的自协方差矩阵组成的，
15 表示为

$$R_y(k) w(k) = \lambda R_x(k) w(k),$$

其中， $w(k)$ 表示该权向量， $R_y(k)$ 和 $R_x(k)$ 表示分别在所述接收阵列天线系统的第 k 次迭代的解扩过程之后和之前获得的后相关和前相关的自协方差矩阵，其中 λ 是所述归纳的特征方程的最大特征值。

计算天线阵列系统最优
权向量的信号处理方法和设备

5

技术领域

本发明涉及一种利用阵列天线的技术，特别涉及一种优化阵列天线系统光束模式的方法和设备，及其在发射和接收系统中的应用，这通过采用尽可能精确和简单的方法，找到一个能够使信号对干扰加噪声的比率最大的权向量来实现。
10

背景技术

利用正确的光束模式来提高无线通信系统性能的天线系统一般被称为“智能天线系统（SAS）”。在以前的技术中，已发表过一种有关从使得信号对干扰加噪声的比率最大的权向量之中来设计 SAS 的理论，[1]Ayman F. Naguib，《CDMA 无线通信系统的自适应天线(Adaptive Antennas for CDMA Wireless Networks)》，博士论文，斯坦福大学(Standford University)电气工程系，1996 年 8 月。在[1]中，权向量从下述一般特征问题的最大特征值所对应的特征向量中获得：

20

$$R_y w = \eta R_u w \quad (1)$$

其中， R_y 是接收(RX)信号向量 y 的自协方差(autocovariance)矩阵，是从解扩器的输出得到的， R_u 是不希望信号向量 u 的自协方差矩阵， λ 和 w 分别是 (1) 中特征问题的特征值和特征向量。简而言之， $R_y = E[yy^H]$ 和 $R_u = E[uu^H]$ ，其中 $E[*]$ 是指*的数学期望。

25

遍及该原稿，向量和矩阵的数量分别被写入较下面的情况和较上面的情况中。

30

从[1]中可以观察到，最优权向量是特征问题 (1) 的最大特征值相应的特征向量。但是，由于 R_y 和 R_u 的自协方差矩阵应该从 y 和 u 乘方的数学期望中计算出，在实际信号环境下，在每轮迭代中，应该计算 R_y 和 R_u 中每一个的最优特征向量，所以不能形成方程 (1)。即使在某种程度上形成了该方程，也由于计算一般特征问题的最大特征值相应的特征向量需要很大的计算

量，将[1]中的理论应用到实际的无线通信领域中会有很大的困难。

最近，随着移动通信和其它无线电信业务需求的快速增长，非常急迫地需要开发一种以尽可能精确和简单的方式，采用最优权向量的自适应天线阵列系统。但是，由于上述常规技术的限制，看起来利用当前的技术不可能应付无线通信快速增长的需求。因此，非常急迫地要求开发一种新技术来设计智能天线系统，以可行的复杂性提高通信的容量和通信质量，而又不因为简单失去精确性。

发明内容

为了克服常规技术中的复杂问题，并且最终处理无线通信急剧增长的需要，本发明提出一种简单而精确的方法来计算使信号对干扰加噪声的比率最大的权向量。通过将本发明提供的技术而设计的智能天线系统技术应用到实际的无线通信中，确实可能极大地加大通信容量、提高通信质量。本发明的目的就是通过为运行在时变信号环境如移动通信系统中的天线阵列系统提供最优权向量的计算，提出一种应用这种方法的最优光束形成方法和通信设备。

为了实现该目的，提供一种基于拉格朗日公式、计算天线阵列系统权向量的信号处理方法，该天线阵列系统包括一个具有天线元素的阵列天线和执行接收信号的降频转换、解调和解扩频的信号处理设备，该信号处理方法包括步骤：a) 设置初始权向量 w ; b) 利用在当前的迭代中的，接收信号更新当前自协方差矩阵，所述接收信号即分别为是前相关和后相关接收信号向量，更新当前自协方差矩阵；c) 利用权向量 w 、前相关和后相关接收信号向量、预置的自适应增益的自协方差矩阵计算拉格朗日乘子，并预置当前迭代的自适应增益；d) 利用当前的权向量、拉格朗日乘子、自适应增益、前相关信号的自协方差矩阵、后相关信号的自协方差矩阵更新权向量。

为了实现该目的，提供一种计算自适应天线阵列系统权向量的信号处理方法，该天线阵列系统包括一个具有天线元素的阵列天线和执行接收信号的降频转换、解调和解扩频的信号处理设备，该信号处理方法包括步骤：a) 设置初始权向量；b) 从前相关信号向量、后相关信号向量、权向量和预置的自适应增益计算拉格朗日乘子；c) 从当前迭代中的权向量、拉格朗日乘子、自适应增益以及前和后相关信号向量更新权向量。

为了实现该目的，提供一种基于拉格朗日公式的信号处理设备，用于提供天线阵列系统的权向量，该天线阵列系统包括具有多个天线元素的阵列天线和执行接收信号的降频转换、解调和解扩频的信号处理装置，所述信号处理设备包括：一个设定初始权向量的装置；一个关于当前迭代中的 $x(n)$ 和 $y(n)$ ，更新当前自协方差矩阵的装置， $x(n)$ 和 $y(n)$ 分别是前相关和后相关接收信号向量；一个利用权向量、前相关和后相关接收信号向量的自协方差矩阵，以及预置的当前迭代的自适应增益计算拉格朗日乘子的装置；一个利用当前的权向量、拉格朗日乘子、自适应增益、前相关信号的自协方差矩阵、后相关信号的自协方差矩阵更新权向量的装置。

10 为了实现该目的，提供一种提供自适应天线阵列系统权向量的信号处理设备，该自适应天线阵列系统包括一个具有天线元素的阵列天线和执行接收信号的降频转换、解调和解扩频的信号处理设备，包括：一个用于设定初始权向量的装置；一个装置，从前相关信号向量、后相关信号向量、权向量和预置的自适应增益，计算拉格朗日乘子；一个装置，从当前迭代的权向量、
15 拉格朗日乘子、自适应增益、前相关信号和后相关信号向量更新权向量。

为了实现该目的，提供一种信号处理方法，用于具有多个预定配置的天线元素并且在所述天线元素之间具有间隔的阵列天线系统，该方法包括步骤：基于权向量获得所述接收阵列天线系统的最终阵列输出，其中，该权向量是根据相应于归纳的特征方程的最大特征值的特征向量确定的，所述特征
20 方程是由接收信号的前相关和后相关接收信号向量的自协方差矩阵组成的，表示为

$$R_y(k) w(k) = \lambda R_x(k) w(k),$$

其中， $w(k)$ 表示该权向量， $R_y(k)$ 和 $R_x(k)$ 表示分别在所述接收阵列天线系统的第 k 次迭代的解扩过程之后和之前获得的后相关和前相关的自协方差矩阵，
25 其中 λ 是所述归纳的特征方程的最大特征值。

附图说明

参考附图，从下面优选实施例的说明中，本发明的上述和其它目的及特点将会变得很清楚，在附图中：

30 图 1 是表示依据本发明，包括信号处理设备的自适应天线阵列系统的方框图；

图 2 是表示依据本发明，计算自适应天线阵列系统最优权向量信号处理方法的优选实施例的流程图。

具体实施方式

5 图 2 是表示依据本发明，计算自适应天线阵列系统最优权向量信号处理方法的优选实施例的流程图。

如在[1]中所述，可以从特征值问题(1)的最大特征值对应的特征向量找到使信号对干扰加噪声的比率最大的权向量 w 。重要的是注意到不希望信号的自协方差矩阵 R_u 可以写为

$$10 \quad R_u = \frac{G}{G-1} R_x - \frac{1}{G-1} R_y \quad (2)$$

其中， G 是给定 CDMA 系统的处理增益。

整理(2)和(1)，可以看到计算使信号对干扰加噪声的比率最大的权向量 w 等同于计算下述特征问题最大特征值对应的特征向量：

$$R_y w = \lambda R_x w \quad (3)$$

15 而且，等同地，通过找到下述特征问题最小特征值对应的特征向量，计算目标特征向量是可能的：

$$R_x w = \lambda' R_y w \quad (4)$$

权向量 w 即特征问题(3)或(4)的解，可以在经本发明提出的信号处理技术修改之后，通过利用熟知的技术，即拉格朗日公式(Lagrange's formula)很容易地得到。有关基于拉格朗日公式的信号处理技术的理论背景和应用方法在以前的著作包括[2] D.Shim 和 S.Chi 的《一种智能天线实时设计的基于拉格朗日公式的新的盲自适应算法(A new blind adaptive algorithm based on Lagrange's formula for a real-time design of a smart antenna)》期刊 IEEE VTC98，卷 3，蒙特利尔，加拿大，1998 年 5 月，1660 到 1664 页中进行了很好的说明。

基于拉格朗日公式的权向量优化

首先让我们推导从(3)的最大特征向量计算权向量 w 的自适应程序。然后，从(4)的最小特征值找到权向量的自适应程序，可以通过交换参数 x (前相关信号索引号)和 y (后相关信号索引号)很容易地推导出。

为了通过利用拉格朗日公式，从(3)的最大特征向量找到权向量 w ，考虑

如(5)中给定的函数和约束条件:

$$\text{Maximize } w^H R_y w + \lambda(1 - w^H R_x w) \quad \text{subject to } w^H R_x w = 1 \quad (5)$$

$$w(n+1) = w(n) + \frac{1}{2} \mu \nabla(n) \quad (6)$$

其中的 λ 是拉格朗日乘子, 随着迭代的进行将逼近(3)的最大特征值。从 5 初始的估计值 $w(0)$ 开始, 基于拉格朗日公式的自适应程序在每轮迭代中更新权向量, 以便收敛到满足(5)的权向量, 如下所述:

其中, n 是迭代索引号, μ 指自适应增益, 并且 $\nabla(n)$ 是函数(5)关于权向量的梯度向量。由于设置 μ 和 $\nabla(n)$ 满足(5)的方法已经在[2]中进行了说明, 并且我们以前的著作如在 1996 年 5 月 25 日发表的韩国专利号 17931, 和在 1998 10 年发表的美国专利号 5, 808, 913 中作了说明, 本专利仅说明如何确定(3)的最大特征向量和(4)的最小特征向量的权向量。为了从(4)的最小特征向量代替从(3)的最大特征向量计算权向量, 需要不仅交换参数 x (前相关信号索引号)和 y (后相关信号索引号), 而且要将(6)中的正号改变为负号。然后, 函数 15 (5)将被极小化。这两个程序, 即最大化和最小化程序将在本发明中作为两个明显不同的优选实施例进行介绍。

除了计算最优权向量的自适应程序之外, 本发明还提出了一种在天线阵列系统中确定参考天线元素的方法, 采用这种方法得到的阵列系统在实时信号环境中就能表现出最好的特性。在本发明中说明的确定参考天线元素的方法看起来不仅为使用本发明的本技术所设计的阵列系统, 而且为使用其它技术所设计的一般阵列系统提供了最好的性能。在给定的具有 N 个元素的阵列 20 中, 确定参考天线元素的问题是确定在每个天线元素中接收信号的相位如何同步的问题。换句话说, 在每个天线元素中接收信号的相位是与参考天线元素的相位同步的。为了理解相位同步, 让我们考虑对于第 m 个天线元素, 在解扩器的输出上得到的接收信号, 如下所述:

$$25 \quad y_m(t) = \sum_{n=1}^J s(t) \sum_{i=1}^L e^{j2\pi(f_D \cos \xi_{i,n} t - f_C \tau_{i,n})} e^{-j(m-m_0)\pi \sin \theta_{i,n}} + \text{interference} + \text{noise} \quad (7)$$

其中 $y_m(t)$ 是在第 m 个天线元素上的接收信号, 在 $\sum_{n=1}^J$ 中的 n 是指状(finger)索引号, J 是指状总数(=多个路径组的数量), $s(t)$ 是来自希望用户的发射信号, i 是在 $\sum_{i=1}^L$ 中分散分量的索引号, L 是在一条路径中分散分量的总数。注意到 $e^{j2\pi(f_D \cos \xi_{i,n} t - f_C \tau_{i,n})}$ 是指包括多普勒(Doppler)漂移和传播延迟的衰减项,

而 $e^{-j(m-m_0)\pi \sin \theta_{i,n}}$ 是内部元素的相位延迟。注意到，从 $e^{-j(m-m_0)\pi \sin \theta_{i,n}}$ 项，可以看到，(7) 中所示的信号模型考虑了角度扩展，并且参考天线元素是第 m 个元素。如以前所述，确定参考天线元素就是确定 m_0 的值。

在一个给定的阵列系统中，补偿希望信号 $s(t)$ 的载波相位延迟方面最严重的问题是应该仅有一个值来补偿载波相位延迟，而希望信号 $s(t)$ 的载波相位延迟由于希望信号的角度扩展，在每个天线元素中是不同的。载波补偿由于希望信号内部元素相位的不同，确实应该只是一个值，并且由希望信号的入射角确定，应该保持以提供具有最优权向量的合适的光束模式。在参考天线上，通过在 (7) 用 m_0 代换 m ，就能得到精确的载波相位延迟，反过来就能进行精确的相位延迟补偿。但是，由于天线元素远离开参考元素，即 $|m - m_0|$ 增大，载波相位延迟不同于在参考天线元素上的载波相位延迟。例如，当阵列包括 8 个元素，如果利用位于阵列几何一端的元素，已经确定参考天线元素，那么位于另一端的元素离开这个参考元素的距离为 3.5λ ，其中 λ 指载波频率上的波长，并将引起载波相位波长上很大的误差。因此，强烈建议利用位于阵列几何中心的元素确定参考天线元素，以使离参考元素最近的元素的距离最小，反过来使载波相位延迟补偿最小。

如前面所述，在载波相位延迟补偿上出现的问题是由于这样互相矛盾的事实，即要补偿的精确相位延迟由于希望信号的角度扩展在每个天线元素上是不同的，而仅可以利用单个值进行补偿。因而，希望信号的载波相位延迟的补偿可以在参考天线元素上精确地执行，并且随着天线位置离参考天线元素的距离的增加，补偿误差增大。例如，当天线的元素是 8 时，如果一个位于阵列一端的元素已被指定为参考元素，则在另一端的元素将离开参考元素大约 3.5 个波长，这将引起相位补偿上明显的误差。如果第四个或第五个天线元素已被指定为参考元素，则在阵列该端的元素将被分开仅仅 2 个波长的距离。因此，通过选择参考天线元素，使一个参考元素位于几何阵列的中心，可以使相位补偿的误差得到可观的减少。通过计算机仿真，已经发现通过选择中心元素作为参考元素，由于错误相位补偿造成的 BER(比特错误率)可以减少将近十分之一。

作为第一个优选实施例，通过在每轮迭代中更新程序(6)中的权向量，使得(5)可以被最大化，这是以前技术，拉格朗日公式的一种应用，本发明说明一种利用特征问题(3)的最大特征值对应的特征向量计算权向量的方法。基于拉格朗日公式的自适应程序通过下述的三个步骤，可以应用到移动通信系
统：

<初始步骤> 建立权向量 w 的初始猜测，为了有效地收敛，建议在解扩频之后，使用标准化和接收的信号作为初值，即 $y(0)/\|y(0)\|$ ，其中 $\|y(0)\| = \sqrt{(y^H(0)y(0))}$ 。

<步骤 1> 分别通过(8)和(9)所述的程序，利用当前迭代的接收信号向量 $x(n)$ (前相关信号向量)和 $y(n)$ (后相关信号向量)更新自协方差矩阵 R_x (前相关自协方差矩阵)和 R_y (后相关自协方差矩阵)。

$$R_x \leftarrow fR_x + x(n)x(n)^H \quad (8)$$

$$R_y \leftarrow fR_y + y(n)y(n)^H \quad (9)$$

其中，在初始阶段，矩阵的构成为 $R_x = x(0)x(0)^H$ 和 $R_y = y(0)y(0)^H$ ， f 是在 $0 < f \leq 1$ 间隔之间的预先确定的遗忘因子，上标 H 是埃密特(Hermitian)算子。

<步骤 2> 按下面的方法，从当前的权向量 w 、分别由(8)和(9)更新过的自协方差矩阵 R_x 和 R_y 以及预置的自适应增益 μ ，计算在当前迭代的拉格朗日乘子 λ ：

$$\lambda = \frac{|b - \sqrt{(b^2 - ac)}|}{a} \quad (10)$$

$$\text{其中, } a = \mu w^H R_x^3 w, \quad b = \frac{(2w^H R_x^2 w + \mu w^H R_x^2 R_y w + \mu w^H R_y R_x^2 w)}{2}$$

$$\text{并且, } c = \mu w^H R_y R_x R_y w + w^H R_y R_x w + w^H R_x R_y w.$$

<步骤 3> 利用当前的权向量 w 、所述的拉格朗日乘子 λ 、所述的自适应增益 μ 和自协方差矩阵 R_x 和 R_y 更新权向量：

$$w \leftarrow w + \mu |R_y w - \lambda R_x w| \quad (11)$$

在(11)所示的更新程序之后，包含一个附加的步骤来标准化(normalizing)权向量成为单位幅值是可能的。另外，为了使在每个天线信道上的信号相位与包含在参考天线元素中的信号相位同步，建议在将由(11)得到的权向量的每个元素除以参考天线元素相应的权之后，标准化该权向量。

最后的阵列输出 z 是从当前权向量 w 和后相关信号向量 y 之间的内积，

即 $z = w^H y$ 得到的。在每轮迭代中，在上述写的 3 个步骤执行完之后权向量得到更新。为了使本发明通信连续执行，在步骤 3 增加迭代索引号 1 之后，该程序必须返回到<步骤 1>。由于有矩阵操作，本优选实施例中所示的自适应程序的计算负载是 $O(N^2)$ ，其中 N 是天线元素的数量。

5

<<第二个优选实施例>>

在这个优选实施例中，采用计算(4)的最小特征值相应的特征向量的自适应程序。该技术最终搜索收敛到(3)的最大特征值相应的特征向量上的相同权向量。为了找到(4)的最小特征值相应的目标特征向量，代表前相关的信号索引号 x 和代表后相关的 y 在<步骤 3>中相互交换，并且(11)中的信号作如下改变：

$$w \leftarrow w - \mu |R_x w - \lambda R_y w| \quad (12)$$

找到(4)的最小特征值对应的特征向量的自适应程序，代替(3)的最大特征值对应特征向量的自适应程序，可以总结为如下所述：

15 <初始步骤> 建立初始猜测 w。

<步骤 1> 更新自协方差矩阵， R_x 指前相关矩阵自协方差矩阵， R_y 指后相关自协方差矩阵，接收信号向量 $x(n)$ 和 $y(n)$ 分别指(8)和(9)所示程序的当前迭代的前相关信号向量和后相关信号向量。

20 <步骤 2> 从当前权向量 w，由(8)和(9)分别更新过的自协方差矩阵 R_x 和 R_y ，以及预置的自适应增益 μ ，计算当前迭代的拉格朗日乘子 λ ，如下式所述

$$\lambda = \frac{|b - \sqrt{(b^2 - ac)}|}{a} \quad (13)$$

$$\text{其中, } a = \mu w^H R_y^3 w, \quad b = \frac{(-2w^H R_y^2 w + \mu w^H R_y^2 R_x w + \mu w^H R_x R_y^2 w)}{2}$$

$$\text{并且, } c = \mu w^H R_x R_y R_x w - w^H R_y R_x w - w^H R_x R_y w.$$

25 <步骤 3> 利用(12)中所示的当前权向量 w、所述的拉格朗日乘子 λ 、所述的自适应增益 μ 和自协方差矩阵 R_x 和 R_y 更新权向量。

在(12)所示的更新程序之后，包含一个附加的步骤来标准化权向量成为单位幅值是可能的。另外，为了使在每个天线信道上的信号相位与包含在参考天线元素中的信号相位同步，建议将在(12)中得到的权向量的每个元素除

以相应于参考元素的权之后，标准化该权向量。

最后的阵列输出 z 是从当前权向量 w 和后相关信号向量 y 之间的内积，即 $z = w^H y$ 得到的。在每轮迭代中，在上述写的 3 个步骤执行完之后权向量得到更新。为了使本发明的通信连续执行，在步骤 3 增加迭代索引号 1 之后，
5 该程序必须返回到<步骤 1>。由于有矩阵操作，本优选实施例中所示的自适应程序的计算负载是 $O(N^2)$ ，其中 N 是天线元素的数量。

通过使用上述给定的两个优选实施例中之一，计算使信号对干扰加噪声最大的权向量是可能的。在本发明中给定的这两个程序中所需要的计算负载小于计算一般特征问题解的任何常规方法的负载。也就是意味着同常规的技术相比，所要求的计算时间大大地减少了。简化计算程序不仅导致明显降低系统的代价，而且显著提高了系统的性能。本发明提供了一种新颖的技术在不影响权向量的精度的情况下降低计算程序的复杂性。通过在计算自协方差矩阵时排除累积所有以前接收信号的向量，减少计算的负载是可能的。这意味着，仅利用在每轮迭代的瞬时信号向量就可计算自协方差矩阵。由于利用
10 瞬时信号向量降低计算负载的主要观点在以前的著作中已经说明，如韩国专利 17931(1996 年 5 月 25 日)，美国专利 5808913，在本发明中仅表示计算最
15 优权向量的自适应程序。

首先，引入计算 (3) 的最大特征值对应的特征向量的简化的自适应程序。然后，如本发明以前所述，通过交换信号索引号 x (前相关) 和 y (后相关)，并将 (12) 中的正号改变为负号，很容易推导出计算 (4) 的最小特征
20 值对应的特征向量的自适应程序。

<<第三个优选实施>>

排除所用的矩阵操作，利用(3)最大特征值对应的特征向量，计算权向
25 量的简化的自适应程序，可以总结为如下所述：

<初始步骤> 建立权向量的初始猜测 w 。如在其它优选实施例中那样，为了快速收敛，在解扩器输出上的接收信号向量，即 $y(0)/\|y(0)\|$ ，建议作为初始猜测，其中， $\|y(0)\| = \sqrt{y^H(0)y(0)}$ 。

<步骤 1> 从当前权向量 w ，代表前相关 RX 信号的接收信号向量 x 和
30 代表后相关 RX 信号向量的接收信号向量 y ，以及预置的自适应增益 μ ，计算当前迭代的拉格朗日乘子 λ ，如下式所述：

$$\lambda = \frac{|b - \sqrt{(b^2 - ac)}|}{a} \quad (14)$$

其中, $a = \mu|\delta|^2\alpha^2$, $b = |\delta|^2\alpha + \mu\alpha \operatorname{Re}[y\delta z^*]$, 并且 $c = \mu|\gamma|^2|z|^2 \operatorname{Re}[r\delta z^*]$

具有 $x^H x \equiv \alpha$, $y^H y \equiv \beta$, $x^H y \equiv \gamma$, $w^H x \equiv \delta$, $z = w^H y$, 最后的阵列输出 $z = w^H y$ 。

<步骤 2> 利用当前权向量 w , 所述的拉格朗日乘子 λ 、所述的自适应增益 μ 、所述的信号向量 x 和 y , 所述的最后阵列输出 z , 和 $w^H y \equiv \delta$, 更新权向量 w :

$$w \leftarrow w + \mu |yz^* - \lambda x \delta^2| \quad (15)$$

如以前的优选实施, 最后的阵列输出 z 由 $z = w^H y$ 得到。权向量在每轮迭代中, 在上述描写的 2 个步骤执行完之后得到更新。为了使本发明的通信连续执行, 在<步骤 2>增加迭代索引号 1 之后, 该程序必须返回到<步骤 1>。如以前的优选实施例所示, 在 (15) 所示的更新程序完成之后, 包括一个附加的步骤来标准化权向量成为单位幅值是可能的。另外, 为了使在每个天线信道上的信号相位与包含在参考天线元素中信号相位同步, 建议将在(15)中得到的权向量的每个元素除以相应于参考元素的权之后, 标准化该权向量。

由于在本优选实施例自适应程序中没有矩阵操作, 在本优选实施例中所示的自适应程序的计算负载是 $O(N)$, 其中, N 是天线元素的数量。这就意味着仅利用向量操作, 而不用任何矩阵操作, 就可以得到使信号对干扰加噪声的比率最大的最优权向量。

20 <<第四个优选实施例>>

如上所述, 代替计算 (3) 的最大特征值对应的特征向量, 本实施例包括一个简化的自适应程序, 计算 (4) 的最小特征值对应的特征向量作为最优权向量。如第二个优选实施所述, 从第三个优选实施例, 通过交换代表前相关的信号索引号 x 和代表后相关的 y , 并且当权向量如图 (12) 得到更新时, 改变符号, 可以得到自适应程序。该自适应程序可以总结如下:

<初始步骤> 建立权向量的初始猜测 $w(0)$ 。

<步骤 1> 从当前权向量 w , 接收信号向量 x (前相关 RX 信号向量) 和 y (前相关 RX 信号向量), 以及预置的自适应增益 μ , 计算当前迭代中的拉格朗日乘子 λ , 如下式所述:

$$\lambda = \frac{|b - \sqrt{(b^2 - ac)}|}{a} \quad (16)$$

其中， $a = \mu|z|^2\beta^2$ ， $b = -|z|^2\beta + \mu\beta \operatorname{Re}[z\delta^*y^*]$ ，并且 $c = \mu|\gamma|^2|\delta|^2 - 2\operatorname{Re}[r^*\delta^*z]$

具有 $x^Hx \equiv \alpha$, $y^Hy \equiv \beta$, $x^Hy \equiv \gamma$, $w^Hx \equiv \delta$ ，最后的阵列输出 $z = w^Hy$ 。

5 <步骤2>利用当前权向量w，所述拉格朗日乘子λ、所述的自适应增益
μ、所述的信号向量x和y，所述的最后阵列输出z，和 $w^Hx = \delta$ ，更新权向
量w:

$$w \leftarrow w - \mu|x\delta^* - \lambda yz^*| \quad (17)$$

如以前的优选实施，最后的阵列输出z由 $z = w^Hy$ 得到。权向量在每轮
迭代中，在上述描写的2个步骤执行完之后得到更新。为了使本发明通信连
续执行，在<步骤2>增加迭代索引号1之后，该程序必须返回到<步骤1>。
10 如以前的优选实施例所示，在(17)所示的更新程序完成之后，包括一个附
加的步骤来标准化权向量成为单位幅值是可能的。另外，为了使在每个天线
信道上的信号相位与包含在参考天线元素中的信号相位同步，建议在将在
15 (17)得到的权向量的每个元素除以相应于参考元素的权之后，标准化该权向
量。由于在本优选实施例的自适应程序中没有矩阵操作，在本优选实施例中
所示的自适应程序的计算负载是O(N)，其中，N是天线元素的数量。这就
意味着仅利用向量操作，而不用任何矩阵操作，就可以得到使信号对干扰加
噪声的比率最大的最优权向量。

众所周知，天线阵列系统包括多个天线元素，并根据预先确定的几何进
20 行安排。通过在每个天线信道上追加相位延迟，对于接收信号、发射信号两
者之一或两者，控制给定天线阵列系统的光束模式是可能的。天线阵列系统
的基本知识在本发明的相同发明人所发表的以前的技术中已经作了说明，如
韩国专利(分别在1996年1月17日、1996年4月18日、1996年4月18日、
1996年5月25日、1996年6月28日和1997年12月26日提交的申请号
25 893、12171、12172、17931、25377和73901)。本发明在精度方面优于以前
的技术而又不失简单性，这意味着本发明提供了一个最优的权向量，在不显
著增加复杂性的前提下比以前的技术给定的最优权向量具有更好的鲁棒性。

在本发明中给定的优选实施例和示图被提供出来，其目的不是为了将本
30 发明的应用限制在这些范围之内。给出它们仅仅是为了容易说明本发明中提
出的技术，因而，本发明的各种应用、替换，和/或变化肯定也是属于本发明

的，因为很容易明白，具有相关领域适度知识的一般的工程师可以很容易地在本发明的技术范围内，应用、替换，和/或改变本发明的技术。另外，由于可能使用不同的术语、应用、替换、和/或改变本发明，这些可能是用不同的术语提出的，也应该属于本发明。

5 已经表明，一个阵列系统，其权向量是由接收信号自协方差矩阵的最大特征值对应的特征向量所确定的，当自协方差矩阵仅由解扩的信号构成时，可以将 BER 降低具有单个天线的正常接收系统的十分之一。这个结论已经由本发明的相同发明人发表在[2]和[3]S.Chi 等人《一种跟踪最大功率源的自适应天线阵列的设计及其在 CDMA 移动通信中的应用(Design of an adaptive antenna array for tracking the source of maximum power and its application to CDMA mobile communications)》，IEEE 天线和传播分册，第 45 卷，第 9 期，1997 年 9 月，1393 – 1404 页，以及在由相同发明人发明的以前的技术中进行了说明，如韩国专利(分别在 1996 年 1 月 17 日、1996 年 4 月 18 日、1996 年 4 月 18 日、1996 年 5 月 25 日、1996 年 6 月 28 日和 1997 年 12 月 26 日年提交的专利号 893、
10 12171、12172、17931、25377 和 73901)。本发明中新颖的技术是通过从一般特征问题的解中确定权特征向量，这可以进一步提高自适应阵列系统的性能，该一般特征问题包括前相关信号还有后相关信号，这些信号分别在解扩器的输出和输入上得到。从各种计算机仿真来看，尽管改进的大小依赖于给定信号的环境，但看起来，根据本发明中所述的程序，通过使前向关信号与后相关信号
15 相冲突，进一步将 BER 降低将近一半是有可能的。但是，通过在自适应程序中追加前相关信号的自协方差矩阵，增加一点计算负载看来是不可避免的。除了槽棒性之外，在本发明中提供的技术还具有线性复杂性。更具体地说，在本发明中给定的自适应程序提供了一般特征问题的一个解，与世界上至今已知的任何其它方法相比具有较小的计算量。降低计算负载直接导致在价格上较高的
20 竞争力，以及较优的性能。
25

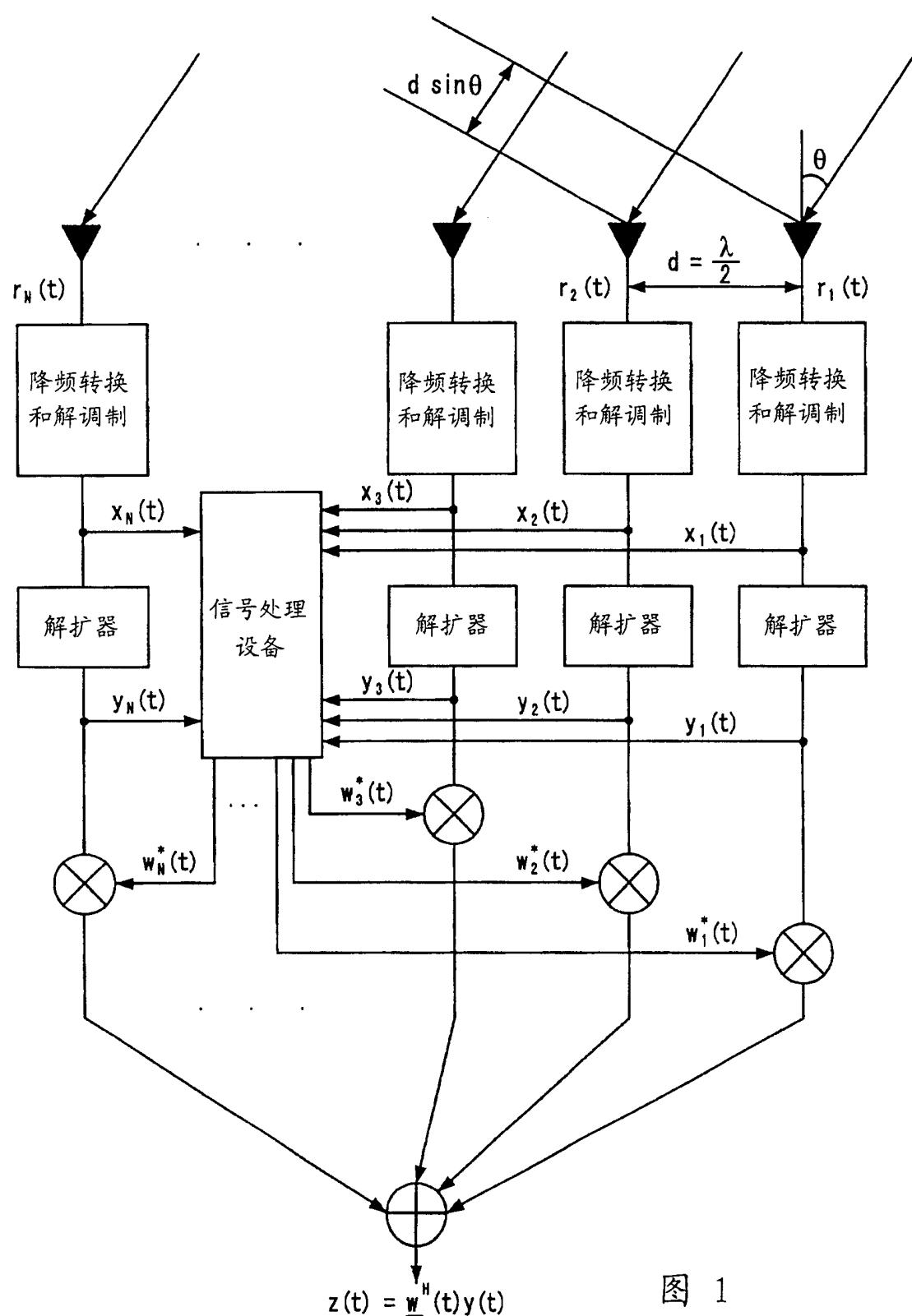


图 1

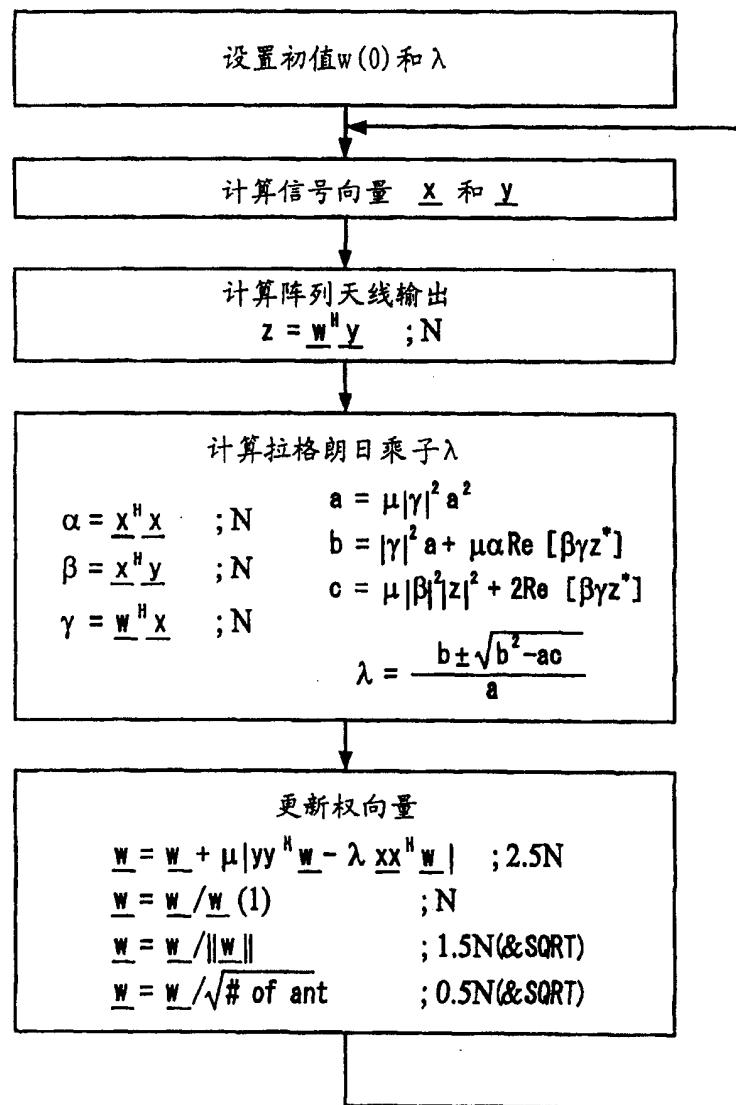


图 2